



**EVALUACIÓN DEL PROTOCOLO DISTRITAL DE RESTAURACIÓN  
ECOLÓGICA: USO, APLICABILIDAD Y RELEVANCIA PARA LA  
RESTAURACIÓN EN BOGOTÁ D.C.**

**LAURA CRISTINA MORALES GIRALDO**

**UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA  
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES  
PROGRAMA DE ESPECIALIZACIÓN EN GESTIÓN AMBIENTAL URBANA**

**BOGOTÁ D.C. septiembre de 2016**

**EVALUACIÓN DEL PROTOCOLO DISTRITAL DE RESTAURACIÓN  
ECOLÓGICA: USO, APLICABILIDAD Y RELEVANCIA PARA LA  
RESTAURACIÓN EN BOGOTÁ D.C.**

**LAURA CRISTINA MORALES GIRALDO**

**Trabajo de grado para obtener el título de  
Especialista en Gestión Ambiental Urbana**

**Asesor: Bibian Ximena García Martín**

**UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA  
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES  
PROGRAMA DE ESPECIALIZACIÓN EN GESTIÓN AMBIENTAL URBANA**

**BOGOTÁ D.C. septiembre de 2016**

## **Agradecimientos**

A Dios y a mi familia, por darme la oportunidad de seguir creciendo como persona y como profesional. A mis compañeros de la especialización, quienes me permitieron tener una visión interdisciplinaria de la gestión ambiental urbana. A los profesores de la Universidad Piloto, especialmente a Gabriel Leal y Wilson Ramírez por su colaboración y conocimiento compartido. A Jairo Bárcenas y Bibian García por su apoyo y guía durante este proceso de aprendizaje.

## Tabla de contenido

1.	INTRODUCCIÓN.....	7
1.1.	Planteamiento del problema.....	8
1.2.	Justificación.....	9
1.3.	Objetivos.....	11
2.	MARCO REFERENCIAL.....	12
2.1.	Marco teórico.....	12
2.2.	Marco conceptual.....	15
2.3.	Marco contextual.....	19
2.4.	Marco jurídico.....	23
3.	DISEÑO METODOLÓGICO.....	25
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	28
4.1.	Actores responsables de la restauración ecológica.....	28
4.1.1.	Grado de conocimiento, uso y aplicación del PDRE.....	30
4.2.	Diagnóstico del contenido del PDRE.....	35
4.2.1.	Marco conceptual del Protocolo.....	37
4.2.2.	Claves dinamogenéticas.....	39
4.2.3.	Fichas técnicas de soporte.....	42
4.2.4.	Clave de tipos de vegetación.....	44
4.2.5.	Cuadros de restauración.....	46
4.2.6.	Tratamientos de restauración.....	50
4.3.	Publicaciones posteriores.....	54
4.4.	Análisis DOFA.....	59
4.5.	PROPUESTAS DE MEJORA.....	61
5.	LIMITACIONES.....	64
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	65
7.	REFERENCIAS.....	68
8.	Anexos.....	72

## **Listado de figuras**

<b>1. Modelo de restablecimiento de un ecosistema degradado.....</b>	<b>15</b>
<b>2. Mapa conceptual.....</b>	<b>16</b>
<b>3. Ubicación geográfica de Bogotá D.C.....</b>	<b>20</b>
<b>4. Estructura ecológica principal de Bogotá.....</b>	<b>21</b>
<b>5. Metodología.....</b>	<b>25</b>
<b>6. Organigrama de actores responsables.....</b>	<b>28</b>
<b>7. Número de proyectos de restauración por entidad.....</b>	<b>30</b>
<b>8. Grado de uso y conocimiento del PDRE.....</b>	<b>32</b>
<b>9. Fichas técnicas de soporte en el PDRE.....</b>	<b>43</b>
<b>10. Morfotipos de vegetación.....</b>	<b>44</b>
<b>11. Tratamiento de recuperación de hábitat.....</b>	<b>50</b>
<b>12. Cuadro de condiciones del lugar Vs. Tipo de tratamiento.....</b>	<b>51</b>
<b>13. Tratamiento de barreras vegetales.....</b>	<b>53</b>
<b>14. Mapa de prioridades de restauración en el Distrito.....</b>	<b>57</b>
<b>15. Mapa de áreas susceptibles a restauración en Colombia.....</b>	<b>58</b>
<b>16. Cuadro DOFA.....</b>	<b>59</b>

## **Resumen**

En el presente documento se evalúa el Protocolo Distrital de Restauración Ecológica publicado por la Secretaría Distrital de Ambiente, identificando las debilidades y fortalezas, así como las oportunidades y amenazas, no solo en cuanto a la estructura, calidad y actualización de su contenido, sino también reconociendo el nivel de divulgación y el uso que le dan a este documento otras entidades. Este análisis permite identificar las razones por las cuales documentos como el Protocolo pueden ser de gran utilidad pero su implementación se ve limitada por la falta de coordinación interinstitucional y el bajo nivel de confianza para compartir información entre entidades, evidenciando la necesidad de mejorar los sistemas de gestión de información y los mecanismos de control para lograr los objetivos de restauración ecológica propuestos por las políticas ambientales distritales y nacionales.

**Palabras clave:** Gestión ambiental urbana, restauración ecológica, conservación, coordinación interinstitucional, gestión de la información.

## **Abstract**

*This document evaluates the Ecological Restoration Protocol published by the Environment District Office, identifying the weakness and strengths, and also the treats and opportunities, in not only the content structure, quality and update, but also recognizing the level of use and knowledge given by other organizations. This analysis allows to identify the reasons why documents like the Protocol, might be useful but their implementation is limited by the lack of interagency coordination and the low levels of trust to share information between organizations, showing the need to improve the information management and control mechanism to accomplish the restoration goals that have been proposed in national and local environmental policies.*

**Keywords:** *Urban environmental Management, ecological restoration, conservation, interagency coordination, information management.*

## 1. Introducción

La secretaría Distrital de Ambiente, es una de las entidades que ha sido pionera en la publicación y aplicación de documentos que buscan ir más allá de los típicos procesos de reforestación, como se llevaban a cabo en años anteriores, pensando en la completa recuperación de las dinámicas ecosistémicas en áreas de gran influencia sobre la estructura ecológica principal de Bogotá. Es por esto que, en el año 2000, después de más de una década de estudios, se publica la primera edición del **Protocolo Distrital de Restauración Ecológica – PDRE**.

Este Protocolo se constituye como un documento base que busca el uso de herramientas para la restauración ecológica asistida de los ecosistemas de la sabana de Bogotá desde la gestión ambiental urbana. Surgió inicialmente como respuesta al descuido y desconocimiento generalizado de la importancia de los ecosistemas dentro y fuera del casco urbano, ya que durante muchos años el desarrollo de Bogotá fue enfocado hacia la expansión urbana y económica, siendo jalonado por la construcción de vías y la conurbación como ha sucedido generalmente en los procesos de expansión urbana en Colombia.

En el presente documento se busca realizar un análisis del PDRE como herramienta de gestión ambiental urbana teniendo en cuenta su uso por parte de los actores responsables de la restauración ecológica en el Distrito, así como su contenido, el nivel de divulgación que ha tenido, su última actualización y la relevancia frente a los temas y problemáticas actuales que enfrenta la ciudad de Bogotá; también se realiza un análisis de su relación con documentos publicados posteriormente, ya que a partir de este documento surgen otras herramientas como guías técnicas que son más específicas para algunos cuadros de restauración propuestos en el PDRE, y otros documentos como el Manual para la Restauración Ecológica de ecosistemas disturbados publicado en el año 2010 y el Plan Nacional de Restauración publicado en el 2015.

### **1.1. Planteamiento del Problema.**

En la teoría hay una gran cantidad de herramientas para la restauración ecológica que se han evaluado y publicado desde hace décadas y que en caso de cumplirse en su totalidad estarían dando respuesta a los problemas a los cuales se enfrenta hoy en día la ciudad. Una de estas herramientas es el Protocolo Distrital de Restauración Ecológica - PDRE el cual se originó a partir de distintos estudios hechos por consultores académicos y empresariales, los cuales resaltaron en aquel momento la situación de la estructura ecológica principal y la necesidad de una debida intervención para mejorar la calidad ambiental en Bogotá y sus alrededores.

Con la constante generación de conocimiento, las continuas publicaciones académicas y el surgimiento de normatividad, existe un vacío entre la teoría y la realidad. Con la saturación de información, toda la teoría y las normas se convierten en una consulta bibliográfica, dejando a un lado el verdadero propósito que es el uso del PDRE como herramienta para la restauración en el Distrito. Esta falta de uso puede ser resultado de diversos factores como la actualización de su contenido, su nivel de divulgación, o la coordinación entre los responsables de la restauración ecológica en el Distrito.

Por esta razón, en el presente trabajo se ha propuesto realizar una evaluación del “Protocolo Distrital de Restauración Ecológica” que ha sido planteado como guía para la restauración de ecosistemas nativos en las áreas rurales de Bogotá elaborado por el DAMA – ahora Secretaría Distrital de Ambiente (SDA) – con el apoyo investigativo de la Fundación Estación Biológica Bachaqueros, para conocer si este tipo de documentos resultan realmente útiles a la hora de pasar de la teoría a la práctica y alcanzar los objetivos que se buscan cumplir con los procesos de restauración ecológica en Bogotá.



## **1.2. Justificación.**

Con el creciente interés en los temas ambientales durante las últimas décadas, se han incrementado los estudios que permiten el planteamiento de diversas herramientas que incluyen estos temas en los procesos de planeación y desarrollo de las ciudades. En el caso de Bogotá se pueden encontrar manuales para la intervención y manejo de los aspectos ecológicos tanto en zonas rurales como en el casco urbano. Aunque es relevante tener en cuenta que no solo se necesita de los estudios científicos y académicos, sino que la mayor influencia sobre los ecosistemas se da por aspectos socioeconómicos. En este caso no solo se deben estudiar los aspectos físico-biológicos de los ecosistemas urbanos y rurales sino también la historia social y económica que ha influenciado su desarrollo.

Actualmente, existen manuales, protocolos, planes maestros, así como una gran cantidad de normas vigentes que los mismos gobernantes y entidades públicas desconocen, o aunque se conocen, no está presente un mecanismo de control que se encargue de prever su correcta aplicación. A pesar de contar con un alto nivel de generación de conocimiento, tanto en la academia como en las entidades gubernamentales, la falta de coordinación interinstitucional y el desconocimiento del marco normativo por parte de las mismas entidades se han convertido en las causas principales de la deficiencia a la hora de aplicar las herramientas de gestión como el PDRE.

Según la Alcaldía Mayor de Bogotá, hasta agosto de 2015, el Distrito contaba con 34 observatorios distribuidos en 12 entidades, donde llegan a existir hasta 6 bajo una misma Secretaría. Se manejan hasta 108 temáticas distintas que son divulgadas principalmente a través de páginas WEB, correos y foros, entre otros. Aunque la existencia de estos observatorios tiene como fin principal la producción de estudios, el 81% recopila bases de datos, 66% hace censos o encuestas y 12% cuenta con información georreferenciable. Excepto por

esfuerzos individuales que generalmente dependen de las relaciones entre funcionarios, no existe un sistema, un proceso, ni políticas establecidas para articular a los 34 observatorios. Esto lleva a que en ocasiones se divulgue información repetida e inexacta. (Secretaría Distrital de Planeación – SDP, 2016)

Ésta debilidad institucional ha llevado al olvido grandes proyectos propuestos por profesionales y científicos que durante años han estudiado y analizado los temas más apremiantes que se deben tener en cuenta al tratarse del ordenamiento y la planeación del territorio. Como consecuencia, en la actualidad nos enfrentamos a problemas que fueron previstos pero no manejados de manera adecuada por la deficiente implementación de políticas.

Cabe preguntarse por qué existe una saturación de información y se siguen publicando herramientas como protocolos, manuales y planes de restauración ecológica cuando no se tiene un mecanismo de control que verifique y coordine su cumplimiento, causando que los esfuerzos en proyectos de restauración ecológica se apliquen aisladamente y sin conexión alguna entre sí, y a su vez se sigan encontrando publicaciones que repiten estudios y definiciones pero parecen no avanzar en la práctica. Parece ser el caso del Protocolo Distrital de Restauración Ecológica, ya que este documento es poco utilizado por las entidades encargadas de la restauración en Bogotá. Teniendo en cuenta esto, en el presente documento, se evalúa este protocolo, buscando conocer ¿cuáles han sido los avances en uso e implementación de esta herramienta y cuál es su relevancia frente a los procesos de restauración ecológica en el Distrito en la actualidad? De manera que se puedan identificar las razones por las cuales no se le ha dado la aplicación y el uso que debería tener.

### **1.3. Objetivos.**

#### **1.3.1. General.**

- ✚ Evaluar el “Protocolo Distrital de Restauración Ecológica” en su uso, aplicabilidad y relevancia frente los problemas y escenarios actuales de la ciudad.

#### **1.3.2. Específicos.**

- ✚ Identificar el grado de conocimiento, uso y aplicación del Protocolo Distrital de Restauración Ecológica (PDRE) por parte de los actores responsables de los procesos de Restauración Ecológica en el Distrito.
- ✚ Establecer debilidades, fortalezas, oportunidades y amenazas de las estrategias y los lineamientos de restauración propuestos en el PDRE, y de este contenido en comparación con documentos publicados posteriormente.
- ✚ Formular acciones de mejora para el uso apropiado del PDRE como herramienta de gestión ambiental urbana, teniendo en cuenta su contenido, su relación con publicaciones posteriores y los actores responsables de la ejecución de proyectos de Restauración Ecológica de los ecosistemas en la Sabana de Bogotá.

## **2. Marco referencial**

### **2.1. Marco Teórico.**

El presente trabajo se fundamenta en la gestión ambiental urbana reconociendo esta como “un proceso social de corresponsabilidad de actores públicos, privados y comunitarios orientado a la identificación, análisis, formulación, ejecución, seguimiento y evaluación de políticas, planes, programas, proyectos, regulaciones e instrumentos técnicos, económicos, sociales y financieros, que buscan desarrollar procesos de conocimiento, protección, conservación, prevención y mitigación de los problemas ambientales en pro de la gestión de los recursos naturales renovables en el territorio con el propósito de contribuir al bienestar, la calidad de vida de las personas, la conservación y el desarrollo sostenible en los ámbitos urbano-regionales”. (Bárcenas, 2016)

Dentro de estos procesos de gestión ambiental urbana es necesario tener en cuenta una visión interdisciplinaria donde se incluye la ecología, la cual se ha ido abriendo paso a medida que se obtiene un mayor conocimiento de la importancia que tiene, no solo la calidad ambiental de determinado sitio, sino, su influencia en todo el sistema urbano.

Ya que el nivel de intervención humana es una realidad tan compleja como la naturaleza es tal que los constantes desastres que el ser humano ocasiona provocan una nueva intervención suya, suele crearse un círculo vicioso donde la intervención del ser humano para resolver una dificultad muchas veces agrava más la situación, y mas aún en el ámbito urbano. Si bien el cambio es parte de la dinámica de los sistemas complejos, la velocidad que las acciones humanas le imponen hoy contrasta con la natural lentitud de la evolución biológica. A esto se suma el problema de que los objetivos de ese cambio veloz y constante no necesariamente se orientan al bien común y aun desarrollo humano, sostenible e integral. (S.S. Francisco, 2015)

En muchos casos, la práctica va de prisa en restauración ambiental, lo cual no quiere decir que se haga con criterios y de forma aceptables desde el punto de vista de su repercusión sobre el medio ambiente. Muchas prácticas de restauración ecológica deterioran, más que recuperan, el medio ambiente. (Comín, 2002). Es por esto que para entender el funcionamiento y las dinámicas ecosistémicas en la ciudad, se debe tener en cuenta la relación del entorno con los procesos físicos, socioeconómicos y políticos ya que el hombre siempre ha transformado los ecosistemas para garantizar la supervivencia y lograr su desarrollo. Esta transformación del entorno presenta una serie de consecuencias basadas en el excesivo aprovechamiento de los recursos naturales, uno de los aspectos mas importantes es la fragmentación de los ecosistemas causada básicamente por la deforestación y la sustitución de ecosistemas nativos por antrópicos, interrumpiendo la sucesión vegetal natural. (Galvis & Morales, 2003)

Entendiendo esta importancia de los factores naturales y las dinámicas ecosistémicas en la ciudad, se han implementado medidas que buscan la conservación de los espacios naturales, ya sea por medio de estrategias de reforestación, recuperación, rehabilitación o restauración. Más recientemente, a partir de diversos estudios ambientales, se ha venido tomando la ecología de la restauración como una forma de abordar la problemática ambiental desde un punto de vista mayormente funcional y no solo estético o paisajístico como se venía haciendo con los procesos de reforestación y silvicultura. Definiendo la restauración ecológica, como el conjunto de actuaciones encaminadas a devolver a un ecosistema, su estructura y funcionamiento, de acuerdo a unos procesos y una dinámica similar a la que le correspondería en condiciones naturales. (González del Tánago. 2004)

De allí surge la ecología de la restauración como aquella ciencia que brinda las bases conceptuales, los modelos, los métodos para las mediciones y las herramientas (matemáticas y estadísticas) para que los técnicos puedan

realizar restauración ecológica (SER, 2004). En otras palabras los ecólogos de la restauración investigan los problemas generados por los diferentes tipos de disturbio sobre los ecosistemas y sobre cómo funcionan las acciones o tratamientos que se llevan a cabo para restablecer un área degradada; dicha investigación se realiza mediante el diseño de experimentos y el diseño de los muestreos. Por su parte, la restauración ecológica toma todos los elementos brindados por la ecología de la restauración para realizar las acciones que permitan mejorar la salud, la integridad y la sostenibilidad de las poblaciones, comunidades, ecosistemas y paisajes (SER, *Op.cit*; Van Andel & Aronson, 2006). Con las acciones desarrolladas se puede iniciar o acelerar el proceso de restablecimiento o mejora de sus atributos. (Barrera-Cataño, *et al.* 2010)

Estos esfuerzos de restauración ecológica, siempre que se acometen sobre ecosistemas secundarios, perturbados por el hombre, requiere no sólo la reconstrucción de la estructura y función de los componentes físicos y bióticos del ecosistema, sino que involucra, necesariamente, la reconstrucción de la relación hombre - Naturaleza (alteridad) cuya crisis y ruptura se manifiestan en la degradación ambiental a corregir, pues, de fondo, lo que se ha degradado no es llanamente mineral u orgánico, sino el diálogo mismo entre el hombre y su entorno (PDRE, 2002). En la Restauración Ecológica, se busca recuperar componentes y funciones de ecosistemas degradados, basándose en los principios y experiencias de la Ecología. Entre ellos, de forma esencial, los de la sucesión ecológica. Y, muy especialmente, de la sucesión secundaria, que tiene que ver con la dinámica de ambientes que han sido desviados, por fenómenos naturales o artificiales, de la sucesión original o primaria. (Comín, *Op.cit*)

Esta desviación de los procesos naturales de se debe tener en cuenta ya que la restauración ecológica conlleva un alto nivel de incertidumbre producto de la compleja naturaleza socioecológica de los proyectos, del entorno biofísico y de la naturaleza experimental de metodologías aún en desarrollo. (Murcia, *et al.* 2015)

Una de las conclusiones más generales del estudio de la sucesión secundaria es que, en el proceso de recuperación de ambientes degradados, nunca se repite exactamente igual la trayectoria de la sucesión original (Imagen 1). En otras palabras, nunca pueden recuperarse los componentes del sistema ni sus procesos exactamente igual a como habrían sido si hubiera seguido su dinámica original, sin haber ocurrido la perturbación; es por esto que en la restauración ecológica es esencial definir con suficiente claridad y con la oportuna precisión los objetivos, y hacer un seguimiento de los resultados para comprobar la realización conseguida de los objetivos y continuar o reajustar la restauración. (Comín, *Op.cit*).

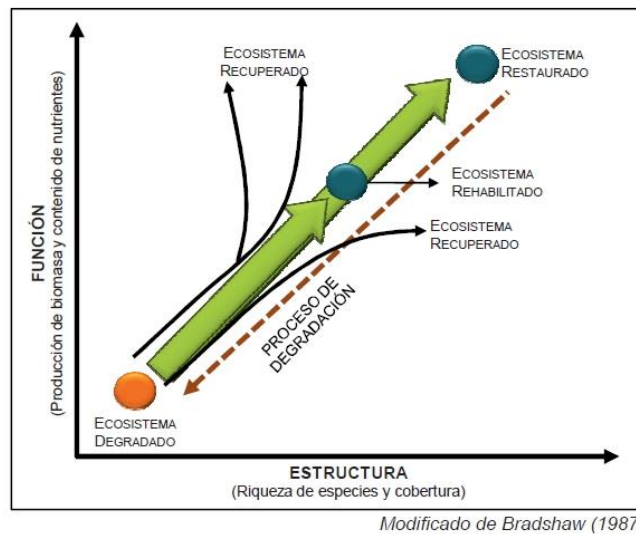


Figura 1. Modelo que representa los posibles estados de restablecimiento o mejora de un ecosistema degradado. (Barrera-Cataño, *Op.cit*)

## 2.2. Marco conceptual.

Dentro de los estudios de ecología urbana se identifican los efectos que han tenido las actividades antrópicas que han intervenido en las áreas del Distrito y su desarrollo urbano, las cuales son la principal causa de deterioro y pérdida de los ecosistemas que allí se encuentran, y conllevan a la pérdida de biodiversidad y de servicios ambientales. (Galvis & Morales, *Op.cit*). Estas

actividades como el aumento de la agricultura y ganadería, la degradación por actividad minera, la expansión urbana y los asentamientos subnormales en zonas geoinestables, en la pérdida de caudales, microcuencas abastecedoras y humedales, así como la fragmentación de ecosistemas, han afectado directamente las dinámicas de la Estructura ecológica principal, haciendo evidente la importancia de la conectividad ecológica y biológica, la cual anteriormente no se tenía en cuenta, ya que al hablar de ecosistemas no se identificaban estos como parte de la ciudad, sino como algo adyacente.

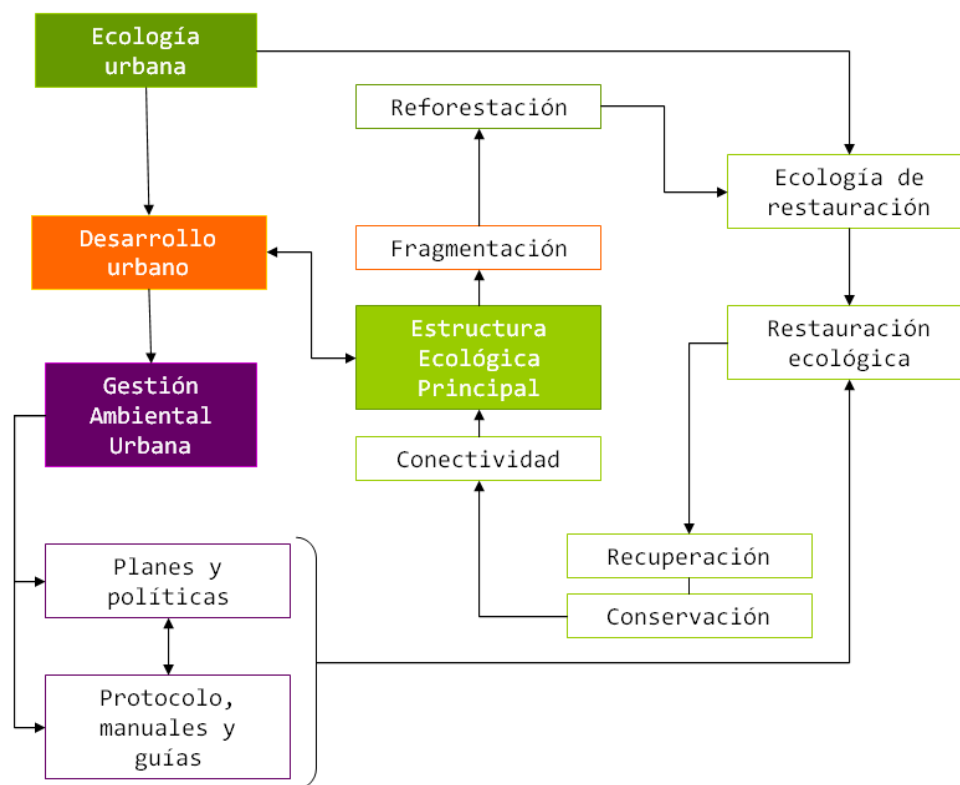


Figura 2. Mapa conceptual.

Previamente, los esfuerzos de conservación en el Distrito eran enfocados a la reforestación, siendo esta entendida como un proceso de reestablecimiento de cobertura forestal, independientemente de las especies, métodos y fines con que se haga (PDRE, 2002). En estos procesos inicialmente se utilizaban especies exóticas que eran sembradas indiscriminadamente buscando un



rápido proceso de recuperación de la cobertura vegetal de zonas degradadas, pero desconociendo la influencia de las especies en las dinámicas del ecosistema intervenido.

A diferencia de la reforestación, la restauración ecológica, es entendida como el reestablecimiento parcial o total de la estructura y función de ecosistemas deteriorados, por medio de la inducción de transformaciones ambientales en la dirección de las tendencias generales de sucesión, se postula cada día con mayor fuerza como principal estrategia de intervención para la recuperación de la estructura y función de ecosistemas degradados (Galvis & Morales, *Op.cit*). La restauración es reconocida globalmente como una herramienta importante en los esfuerzos de conservación de la biodiversidad, para revertir la degradación ambiental y para moderar el cambio climático. A pesar de ser una disciplina relativamente joven, ha avanzado muy rápidamente en el desarrollo de sus fundamentos científicos y sus métodos teóricos y prácticos. Con mucha rapidez se están acumulando casos exitosos de restauración ecológica y Colombia ha estado a la par de esta tendencia demostrando esfuerzos visionarios desde hace varias décadas. Pero esta diversidad de experiencias no ha sido explorada, hasta la fecha, de forma analítica. (Murcia & Guariguata, 2014)

Para lograr una apropiada ejecución de los procesos de restauración ecológica que permitan recuperar esta conectividad en la ciudad, es importante identificar las diferentes herramientas de gestión que se utilizan en Bogotá para la gestión ambiental urbana que buscan la aplicación y articulación del conocimiento a través de herramientas como políticas, planes, y otros documentos como manuales, protocolos y guías.

En primer lugar, las políticas ambientales buscan promover y articular instrumentos y mecanismos en distintos temas como la integración de procesos de ordenamiento territorial, la educación ambiental, el manejo del suelo de

protección, la conservación de ecosistemas y la restauración de los ecosistemas degradados del Distrito Capital. Por su parte, los planes ambientales son definidos como instrumentos de gestión o planeación que pueden ser a corto o largo plazo y ser propuestos a nivel local, regional o nacional. Se formulan a partir de una fase de diagnóstico donde se priorizan y proyectan acciones e intervenciones de la gestión ambiental y son articulados con las políticas distritales y nacionales.

Los manuales y protocolos por su parte, son documentos de carácter informativo que identifican los pasos a seguir al comenzar un proceso de restauración ecológica. Siendo el protocolo un documento técnico que funciona como guía para la restauración de los ecosistemas nativos es un documento práctico que permite identificar el tipo de zona a intervenir, las especies que se encuentran y las que deberían utilizarse para dar inicio al proceso de restauración según el grado y el tipo de intervención al que se ha sometido el ecosistema. De este protocolo se derivan las guías técnicas que tratan cada tipo de restauración de manera mas detallada con especificaciones técnicas como el tipo de siembra y las medidas sobre terreno.

Estos documentos resultan de vital importancia ya que el primer paso para trabajar la restauración desde lo espacial, es evaluar e interpretar los patrones y las condiciones del paisaje existente y cómo será abordado para la restauración de acuerdo a su situación y el objetivo planteado. Entendiendo que la conectividad ecológica es de vital importancia para la ciudad y está relacionada con la resiliencia del paisaje (capacidad del paisaje de recuperarse de pérdida de especies a través de la migración) se ha sugerido que la mayor efectividad para las acciones de restauración se encuentran en paisajes con niveles intermedios de resiliencia, ya que aún albergan altos niveles de biodiversidad y conectividad, y por tanto aún tienen el potencial para recolonizar las áreas en proceso de revegetación. (Isaacs-Cubides & Ariza, 2015)

Siendo que el Protocolo se enfoca en la recuperación y restauración de ecosistemas naturales, es importante resaltar su relación con los procesos y dinámicas que afectan el casco urbano como tal. Inicialmente, estos procesos de restauración ecológica eran pensados para las zonas rurales y periurbanas de Bogotá, siendo luego evidente la necesidad de intervenir relictos de ecosistemas que quedaron inmersos y rodeados de una matriz urbana.

### **2.3. Marco Contextual.**

Hoy se advierte el crecimiento desmedido y desordenado de muchas ciudades que se han hecho insalubres para vivir, debido no solamente a la contaminación originada por las emisiones tóxicas, sino también al caos urbano, a los problemas de transporte y a la contaminación visual y acústica. Muchas ciudades son grandes estructuras ineficientes que gastan energía y agua en exceso. Hay barrios que, aunque hayan sido construidos recientemente, están congestionados y desordenados, sin espacios verdes suficientes. No es propio de habitantes de este planeta vivir cada vez más inundados de cemento, asfalto, vidrio y metales, privados del contacto físico con la naturaleza (S.S. Francisco, *Op.cit.*)

Colombia tiene una historia de más de medio siglo en restauración ecológica (Murcia y Guariguata, *Op.cit*) respaldada por programas y políticas de gobierno que han impulsado esta práctica. El desarrollo de la disciplina es aún más promisorio en el futuro cercano gracias al nuevo Plan Nacional de Restauración que propone “Orientar y promover la restauración ecológica, la recuperación y la rehabilitación de áreas disturbadas” y al Manual de Compensaciones por Pérdida de Biodiversidad que reconoce la restauración ecológica como uno de los dos mecanismos de compensación disponibles a las empresas en contraprestación de los impactos negativos a la biodiversidad. Sin embargo, a pesar de estos programas de gobierno y de la inversión realizada hasta la

fecha, la Contraloría General de la República (2012) estima que el número de hectáreas restauradas no solo no ha sido suficiente para cumplir las metas de estos planes sino que tampoco es suficiente para compensar la pérdida de bosques por deforestación. (Murcia, *et al.* 2015)



Figura 3. Ubicación geográfica de Bogotá D.C. (Barrera-Cataño, *et al.* 2010)

La ciudad de Bogotá es un ecosistema urbano que se sigue expandiendo peligrosamente sobre el territorio, es decir, sigue creciendo en tamaño, hacia el sur, norte y occidente e incluso en algunos sectores de los cerros orientales, colocando en riesgo los pocos ecosistemas nativos, así como los diferentes agroecosistemas rurales. De igual manera, con el crecimiento de la ciudad también ha crecido, y sigue creciendo, la demanda de bienes y servicios ecosistémicos ofrecidos por los ecosistemas rurales (agua, alimento, materiales de construcción, madera, energía, entre otros). Lo paradójico es que muchos de dichos ecosistemas se encuentran en estados avanzados de degradación, principalmente, como consecuencia del uso antrópico (uso agropecuario, minero, entre otros). (Barrera-Cataño, *Op.cit*)

En el Distrito, la aplicación de las estrategias de restauración ecológica tienen origen en la formulación del PDRE, documento que tiene entre otros, el marco conceptual y los fundamentos generales de restauración, información sobre los ecosistemas bogotanos, las principales especies a emplear en la restauración de bosques altoandinos, distintos cuadros para identificar el tipo de ecosistema degradado y los procedimientos generales para su restauración. (Galvis & Morales, *Op.cit*)

Luego de la publicación de la primera edición del PDRE en el año 2000, se han llevado a cabo estudios que plantean cambiar las propuestas de uso del arbolado urbano entorno a la funcionalidad y la conectividad de la estructura ecológica principal. Por ello, la Secretaría de Ambiente en conjunto con la Alcaldía de Bogotá y el Jardín Botánico José Celestino Mutis, han planteado que “la silvicultura urbana ha venido a significar no sólo la plantación de árboles en algunos lugares sino la planificación y ordenación en gran escala de toda la vegetación leñosa dentro de los límites de una ciudad y en su periferia. La silvicultura urbana - como la silvicultura comunitaria orientada hacia el medio rural - ofrece una oportunidad para que la población aproveche directamente los beneficios de los árboles. (SDA, 2010).



Figura 4. Estructura ecológica principal de Bogotá. (Montoya, 2007 en Barrera-Cataño, *Op.cit*)

A partir de estos estudios se logró la identificación de la estructura ecológica principal – EPP – en la ciudad de Bogotá y la zona que delimita el Distrito Capital en el año 2002 (Figura 4), definida como “una red de espacios y corredores en proceso de consolidación, que permitirán preservar y restaurar la biodiversidad y el desarrollo de procesos ecológicos esenciales para garantizar el mantenimiento de los ecosistemas, la conectividad ecológica y la disponibilidad de servicios ambientales en el territorio”, la cual se compone del Sistema de Áreas Protegidas del Distrito Capital, los Parques Urbanos a escala

metropolitana y zonal, los Corredores Ecológicos, y el Área de Manejo Especial del río Bogotá. (Plan Distrital de Restauración Ecológica 2010-2038)

El conocer los ecosistemas que hacen parte de la ciudad, ha permitido que cada día cobre mayor importancia el tema de la restauración y ello es debido tanto al aumento del conocimiento y sensibilidad del público y las instituciones hacia los problemas derivados de la alteración de los ecosistemas, como a la presión que los efectos de dicha alteración ejercen sobre todos, incluso sobre los menos percatados (PDRE, 2002). La apropiación de las áreas restauradas, por parte de los pobladores locales, es un requisito para la viabilidad de largo plazo de una iniciativa de restauración ecológica. En otras palabras, un proyecto puede estar bien concebido desde el punto de vista científico y puede estar respaldado por información biofísica sólida, pero si es percibido por la comunidad aledaña como ajeno, amenazante o inadecuado, es probable que los terrenos restaurados no sean respetados por sus vecinos. (Calle, *et al.* 2015)

Los ecosistemas que conforman la EEP de Bogotá son sometidos a fuertes presiones creando una serie de situaciones muy complejas que debe solucionarse desde distintos puntos de vista de los sistemas de desarrollo; siendo así necesaria la integración de política, ciencia, técnica e ingeniería, para permitir la solución de los problemas de la ciudad y disminuir el impacto sobre el sistema natural. (Adaptado de Galvis & Morales, *Op.cit*)

Un proyecto o programa de restauración está, pues, obviamente ligado al proceso sociodinámico, pues siempre que la degradación a corregir tenga un origen humano, su recuperación involucrará la intervención de procesos y relaciones físicos, bióticos, económicos, sociales y culturales, donde el proyecto mismo de restauración constituye una instancia para la reflexión histórica y ambiental, la toma de conciencia y la elaboración del protagonismo comunitario en la construcción de ambiente - futuro. (PDRE, 2002)

## **2.4. Marco Jurídico.**

Desde la década de los años 90 en Colombia y Bogotá se ha avanzado significativamente en el marco jurídico que aborda la conservación y el desarrollo sostenible y se comienza a tener en cuenta la necesidad de los procesos de restauración ecológica. Con el Artículo 80 de la Ley 165 de 1994, se aprobó el Convenio sobre la Diversidad Biológica, realizado en Río de Janeiro el 5 de junio de 1992, el cual establece como obligaciones consolidar un sistema de áreas protegidas: rehabilitar y restaurar ecosistemas degradados; y controlar o erradicar las especies exóticas que amenacen a ecosistemas, hábitats u otras especies.

Con el CONPES 2834 de 1996, se adoptó la política de bosques que incluyó la estrategia “ Conservar, recuperar y usar los bosques naturales” planteando la necesidad de asignar recursos en los Planes de Desarrollo de las entidades territoriales para la conservación y restauración de los bosques. Y en 1998 se formuló el Plan Nacional de Restauración y Establecimiento de bosques en Colombia, llamado Plan Verde, el cual fue aprobado por el consejo Nacional Ambiental. Este documento tuvo un gran aporte al desarrollo de la Política de bosques y el Plan Nacional de Desarrollo Forestal. (Ospina, 2007)

En el año 2000, a través del Decreto 619 se adoptó el *Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá –POT*, el cual fue posteriormente revisado por el Decreto Distrital 469 de 2003 y compilado por el Decreto 190 de 2004. Este precisa el conjunto de estrategias que permiten determinar las formas de ocupación y aprovechamiento del territorio, teniendo en cuenta las necesidades de la población y la integridad ecológica de los ecosistemas presentes en el Distrito. De esta forma, el POT se convirtió en el punto de referencia de la gestión ambiental, que tiene como objetivo promover un modelo territorial sostenible, a partir del aprovechamiento y manejo adecuado de los recursos naturales, y la integración de los ecosistemas del área rural y urbana, generando así un

conjunto de corredores ecológicos y ecosistemas de protección, restauración y manejo, para el aprovisionamiento de los bienes y servicios ambientales necesarios para sostenibilidad de la población capitalina. (Barrera-Cataño, *Op.cit*)

La Alcaldía Mayor de Bogotá en conjunto con el Departamento Administrativo de Medio Ambiente – DAMA – ahora Secretaría Distrital de ambiente, en el 2006 publican la Política de Humedales del Distrito Capital con el Plan estratégico para su restauración, conservación y manejo. Adicionalmente con el Decreto 625 de 2007 se organizan las Comisiones Ambientales Locales en el Distrito Capital y se dictan otras disposiciones y en el Acuerdo 333 de 2008 se desarrolla la política de reducción de costos ambientales en las entidades del Distrito Capital y se crea la figura de gestor ambiental.

Ya en el 2008, por medio de la Resolución No. 848 del 23, el Ministerio de Ambiente declaró unas especies exóticas como invasoras, incluyendo dentro de éstas al retamo liso (*Teline monspessutenes*) y al retamo espinoso (*Ulex europeusv*), especie que hace parte de los cuadros de restauración presentados en el PDRE. Esta normativa ha permitido avanzar en los procesos de restauración ecológica, complementándose con las principales normas que enmarcan los temas ambientales y son relevantes al hablar de la restauración ecológica en Colombia y Bogotá.



### 3. Diseño Metodológico.

Para responder los objetivos planteados, el presente trabajo utiliza un esquema metodológico (Figura 5) el cual consiste inicialmente en identificar y evaluar el estado actual del protocolo en cuanto a su nivel de divulgación, así como al conocimiento y uso por parte de las entidades y actores responsables de la restauración ecológica en el Distrito. Esto se plantea a partir de la adaptación de una herramienta de evaluación y diagnóstico de la gestión informativa.

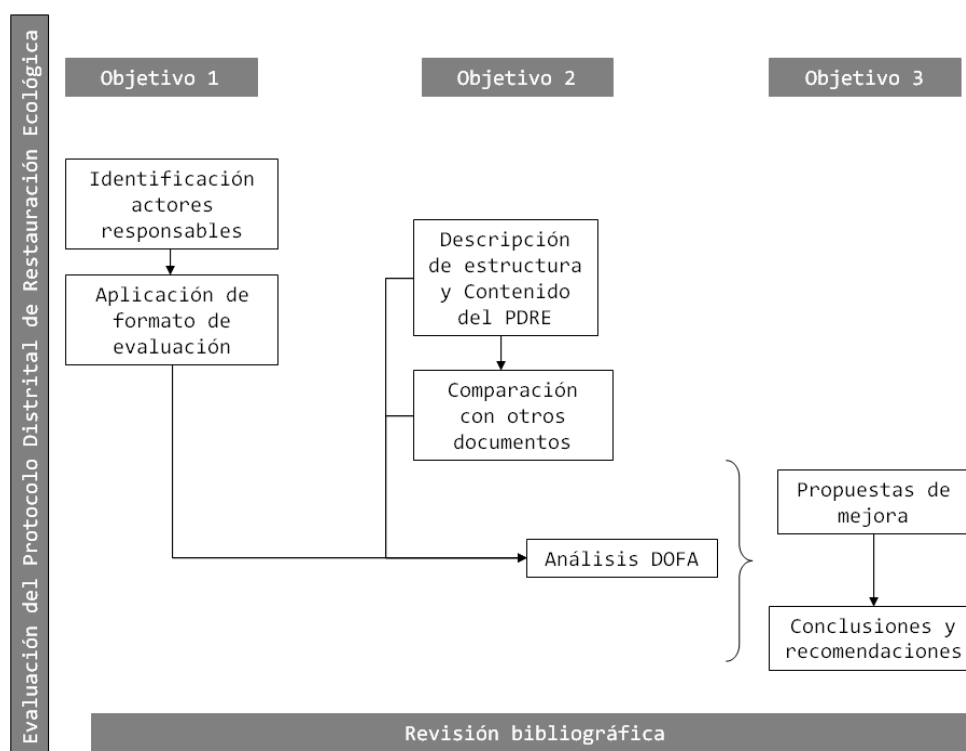


Figura 5. Metodología.

La herramienta de evaluación que se propone, consiste en dos formatos de entrevista semiformal con preguntas abiertas y cerradas que se complementan con la indagación sobre las entidades y actores responsables de la restauración ecológica. El primer formato (Anexo 1a) permite identificar el nivel de conocimiento del PDRE por parte de los funcionarios en los grupos de de las entidades a quienes corresponden los procesos de restauración ecológica en el

Distrito. En el segundo formato (anexo 1b), se utilizan fuentes primarias y secundarias para obtener información sobre la cantidad de proyectos de restauración ecológica realizados por las entidades, el número de personas que trabajan en estos proyectos y el uso del PDRE en la restauración ecológica en el Distrito.

Dicha herramienta tiene el objetivo de evaluar el estado de la gestión del conocimiento en las entidades e identificar los niveles de dominio reales sobre el tema. Se trata de conocer el grado de familiaridad de los miembros de las diferentes entidades con el PDRE y otros documentos que implementan en la restauración (Adaptado de Armas & Artiles, 2009). Se tienen en cuenta varios aspectos como se listan a continuación:

- Existencia de Grupo de profesionales capacitados para la elaboración y monitoreo de proyectos de Restauración Ecológica (Cantidad de miembros, profesión, nivel educativo y cargo de los miembros del grupo).
- Conocimiento sobre cantidad de proyectos de restauración ecológica realizados por la entidad.
- Publicación, divulgación y disponibilidad física y/o digital de manuales, guías, políticas, procedimientos, informes, procesos.
- Articulación, vigencia y actualización de documentación y guías técnicas para los procesos de restauración ecológica.
- Interacción y coordinación interinstitucional y uso de fuentes bibliográficas de otras entidades.
- Mecanismos de control y disponibilidad de material vegetal para un adecuado proceso de restauración ecológica en el Distrito.

Como proponen Armas & Artiles (*Op.cit*), se realizó una revisión documental de diferentes tipos de publicaciones a nivel local y nacional que abarcan el tema de la restauración ecológica por parte de las entidades ambientales. Estos documentos son comparados con el contenido del PDRE para entender que

relación tienen y de dónde surge cada uno. Esto sirve para identificar la información repetida, la realización de nuevos estudios y el contexto en que se utiliza cada uno de estos documentos.

En esta etapa es relevante conocer si se efectúa una buena gestión de información siendo necesario, entre otros elementos, saber si se lleva a cabo la actualización de las fuentes de información, si se garantiza su disponibilidad, accesibilidad y su uso. Siendo de igual manera importante reconocer falta información, o si, por el contrario, en algunos casos se recibe información innecesaria, ya que esto permite saber si existen deficiencias en los flujos de información o que las entidades no cuentan con la información relevante para la realización de los procesos de restauración ecológica.

Para poder comparar el PDRE con los documentos relevantes, es necesario realizar un diagnóstico del contenido y la estructura de este protocolo, así como su relevancia para ser aplicado en procesos de restauración ecológica en la actualidad. En este diagnóstico se realiza un análisis a partir de la descripción del protocolo teniendo en cuenta el contexto en el cual fue elaborado, la estructura del documento y el contenido, donde se resume cada capítulo indicando las principales características, el lenguaje que se utiliza y la facilidad para entenderlo y aplicarlo en los procesos de restauración.

A partir de un análisis descriptivo del contenido del PDRE y la aplicación de la herramienta de evaluación, se identifican las debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas (análisis DOFA), evaluando el protocolo, no solo con base en su contenido técnico, sino también en cuanto a su nivel de divulgación, y las relaciones interinstitucionales de las entidades encargadas de los procesos de restauración. Luego del diagnóstico y el análisis DOFA del protocolo, se determinan propuestas de mejora, teniendo en cuenta documentos publicados posteriormente y las problemáticas ambientales que enfrenta actualmente la ciudad de Bogotá.

## 4. Resultados y discusión

### 4.1. Actores responsables de la restauración ecológica.

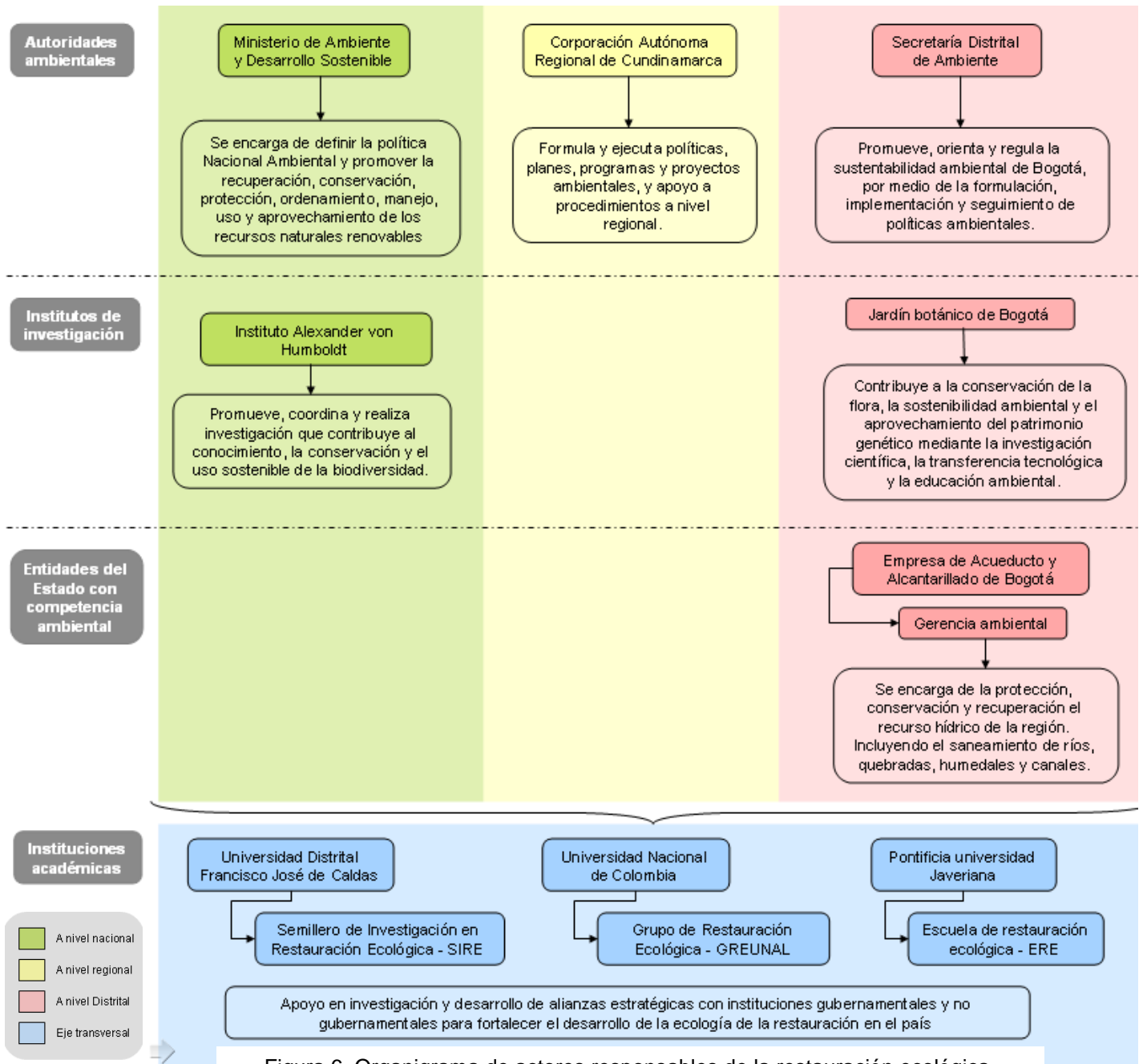


Figura 6. Organigrama de actores responsables de la restauración ecológica.

Con la ley 99 de 1993, para el manejo ambiental del país se establece un Sistema Nacional Ambiental (SINA), cuyos componentes y su interrelación definen los mecanismos de actuación del Estado y la sociedad civil. Se define el

SINA como el conjunto de orientaciones, normas, actividades, recursos, programas e instituciones que permiten la puesta en marcha de los principios generales ambientales contenidos en esta Ley. Esta ley determina que corresponde al Ministerio del Medio Ambiente coordinar el SINA, para asegurar la adopción y ejecución de las políticas y de los planes, programas y proyectos respectivos, para garantizar el cumplimiento de los deberes y derechos del Estado y de los particulares en relación con el medio ambiente y con el patrimonio natural de la Nación.

Con la publicación del PDRE, en el año 2000, se dio paso a una discusión importante sobre la restauración ecológica en el Distrito. Esto dio un impulso para la creación de grupos especializados en restauración ecológica dentro de distintas entidades que previamente llevaban a cabo procesos de reforestación y conservación. Se han identificado las principales entidades que cuentan con grupos de restauración ecológica, algunos con mayor relevancia en los procesos que se llevan a cabo en el Distrito y otros que han actuado por medio de convenios o a nivel nacional y departamental y que de alguna manera influyen en los procesos que se llevan a cabo en Bogotá.

El PDRE, ha dado lugar a otros estudios que complementan el creciente interés en la recuperación de los espacios naturales y la estructura ecológica principal del Distrito a partir de la restauración ecológica. Esto ha permitido un aumento en investigación principalmente para Bogotá, donde se identifican diversos proyectos de restauración, realizados por entidades como la Secretaría Distrital de Ambiente - SDA, el jardín Botánico de Bogotá - JBB, y la empresa de acueducto y alcantarillado de Bogotá - EAAB, que han trabajado en convenio con distintas fundaciones y entidades de investigación en temas ambientales, como el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (apoyado por el Instituto Alexander von Humboldt), la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca y los distintos grupos académicos como la Escuela de Restauración Ecológica de la Pontificia Universidad Javeriana.

#### 4.1.1. Grado de conocimiento, uso y aplicación del PDRE

Con la información obtenida al aplicar la herramienta de evaluación propuesta (anexo 1) se ha encontrado que estas entidades han venido trabajando en el tema de la restauración donde actualmente existen 19 proyectos de la SDA en proceso, de los cuales uno está activo; 28 proyectos del JBB que hacen parte de un solo proyecto integral en el Distrito; 39 proyectos de la CAR a nivel regional; 9 proyectos del IAvH a nivel nacional; 5 estudios de maestría y doctorado apoyados por la ERE; 4 proyectos de la EAAB en cuencas hídricas; mientras del MADS no se obtuvieron datos.

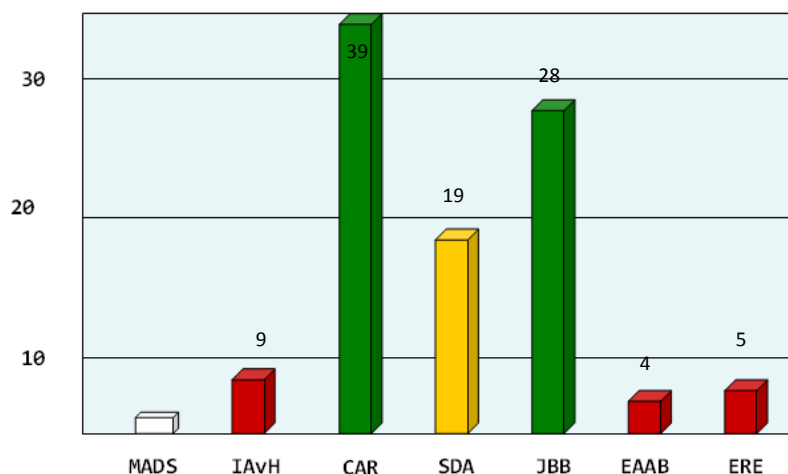


Figura 7. Número de proyectos de restauración ecológica por entidad.

De los proyectos de restauración ecológica elaborados por la SDA, pocos se encuentran publicados, ya que los mismo funcionarios indican que estos procesos se quedan en informes internos. Algunos de sus datos sobre las áreas que se intervienen se encuentran en el observatorio ambiental de Bogotá – OAB, aunque estos datos no están actualizados por lo cual existe un sesgo de información hacia la ciudadanía en general. Esta entidad siendo la principal responsable de la publicación del PDRE, parece ser la única que lo utiliza para llevar a cabo los objetivos de restauración propuestos por la entidad.

El JBB, trabaja el tema de manera generalizada por medio de un proyecto integral en el que incluye el tema de silvicultura y arborización en Bogotá, así como la recuperación, rehabilitación y restauración de ecosistemas. A pesar de ser una de las entidades de mayor interacción con la SDA, sólo utiliza las publicaciones como el PDRE a manera de consulta bibliográfica, ya que para el desarrollo de los proyectos locales se realizan estudios específicos para determinar las técnicas que se emplean según los estándares del mismo JBB.

La EAAB por su parte, ha participado en convenios de cooperación y asistencia técnica con distintas corporaciones, entidades gubernamentales, fundaciones y universidades, además del apoyo a publicaciones como cartillas informativas para la comunidad. En esta entidad, el PDRE es incluido en algunos casos como consulta bibliográfica, aunque se enfoca principalmente en los tratamientos de restauración de cuencas hídricas.

La CAR cuenta con un componente de restauración ecológica en sus planes de manejo incluido en los proyectos especiales en áreas protegidas y estrategias complementarias de conservación, que a pesar de tener aprobación mediante decretos y acuerdos, se quedan en una descripción conceptual y no indican los pasos a seguir como lo presenta el PDRE. Esta entidad se encarga de establecer los requisitos para realizar los trámites y obtener los permisos para intervenir un área en su jurisdicción, pero no aportan un procedimiento para realizar la restauración ecológica.

El IAvH ha presentado avances en la parte de monitoreo, control y seguimiento de las áreas en restauración ecológica a nivel nacional, siendo un tema que valdría la pena reforzar en el Distrito. Al igual que en el JBB, en esta entidad no se utiliza el PDRE ya que se realizan estudios específicos por lo cual el procedimiento que se propone es distinto en cada caso.

A nivel nacional, en el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), surge el grupo de restauración ecológica como parte del Viceministerio de Ambiente y su Dirección de Bosques, Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos, el cual actualmente es un grupo de 3 investigadores que participan en la formulación de planes y normas a nivel nacional. El grado de uso y conocimiento del PDRE es BAJO ya que no es utilizado debido a que la entidad se enfoca en planes y normas nacionales, y no en aspectos técnicos como los que maneja este protocolo.

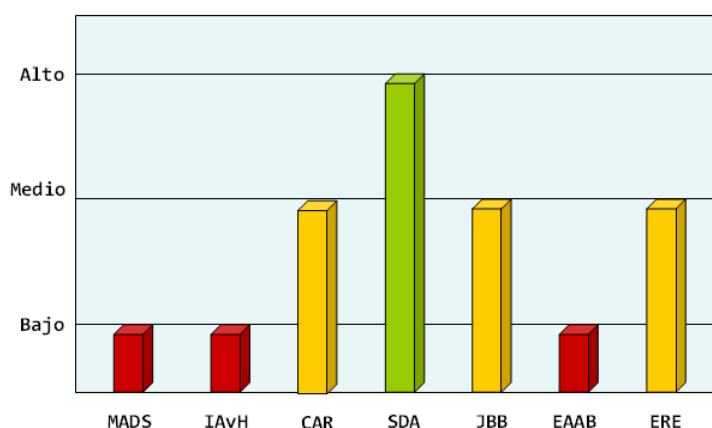


Figura 8. Grado de uso y conocimiento del PDRE.

Adscrito al MADS, se encuentra el Instituto Alexander von Humboldt (IAvH), con un grupo de investigación que se encarga de realizar investigación científica sobre biodiversidad, coordinar el Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SIB Colombia) y la conformación del inventario nacional de la biodiversidad, apoyando el diagnóstico y monitoreo de ecosistemas para identificar los requerimientos de restauración ecológica; actualmente este grupo del IAvH es el que cuenta con una base más fuerte en el tema de restauración ecológica a nivel nacional. El grado de uso y conocimiento del PDRE es BAJO, no se utiliza el protocolo ya que realizan sus propios diseños técnicos para evaluar la restauración ecológica a nivel nacional.



A nivel regional, se encuentra la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR), que cuenta con el grupo de restauración ecológica encargado de la formulación de planes y estrategias, apoyando procedimientos en zonas rurales del Distrito y en coordinación con la Secretaría Distrital de Ambiente. El grado de uso y conocimiento del PDRE es MEDIO ya que toman este documento como base conceptual pero lo adaptan a los ecosistemas de la región.

En el Distrito, el grupo de restauración ecológica de la Secretaría Distrital Ambiental (SDA), ha contado con la participación de 24 investigadores encargados de apoyar iniciativas de restauración en el Distrito con diferentes entidades, hacer seguimiento a los convenios de la entidad, así como la realización de diagnósticos y estudios de factibilidad para realizar los diseños de áreas del proyecto y la propagación de material vegetal. Actualmente este grupo se encuentra en la transición entre el plan de desarrollo Bogotá Humana y Bogotá Mejor para todos, por lo cual está en etapa de contratación. Por el momento se esta llevando a cabo la evaluación y seguimiento de algunos procesos de restauración en el Distrito por medio del convenio con la empresa Ecoflora SAS. El grado de uso y conocimiento del PDRE es ALTO, debido a que es la entidad encargada de su publicación; han venido utilizando el protocolo en los distintos proyectos de restauración en el Distrito.

Asimismo, desde el año 1998, la Subdirección científica del Jardín Botánico José Celestino Mutis (JBB) ha venido adelantando actividades encaminadas a la restauración, rehabilitación y recuperación de las áreas alteradas en los ecosistemas estratégicos de la Estructura Ecológica Principal y zonas rurales del Distrito Capital (Barrera-Cataño, *Op.cit*). En este grupo se encuentra la Línea de investigación en restauración ecológica que cuenta con un equipo de 60 personas enfocadas en la investigación dentro de un proyecto integral de restauración ecológica que incluye diferentes lugares y alianzas con diferentes instituciones del Distrito. Este grupo trabaja las fases de diagnóstico, diseño,

implementación, socialización y educación ambiental de los proyectos de restauración. El grado de uso y conocimiento del PDRE es MEDIO ya que este documento es utilizado como consulta bibliográfica, pero las técnicas allí propuestas no son aplicadas porque la entidad se enfoca en utilizar sus propios manuales.

También han participado en los proyectos de restauración otras entidades como la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAAB), en la cual se encuentra la división de gerencia ambiental que se encarga de los convenios celebrados por la empresa con diversas entidades y fundaciones, que se enfocan principalmente en la recuperación de quebradas, ríos y humedales, buscando la protección del recurso hídrico. Dentro de estos planes se encuentran procesos de restauración ecológica en nacederos de agua y cuencas hídricas, con el objetivo de cuidar del medio ambiente de la ciudad, los cerros, las cuencas, los 15 humedales y cerca de 100 quebradas y canales de gran importancia en el Distrito. El grado de uso y conocimiento del PDRE es BAJO, ya que la entidad como tal no utiliza el protocolo, aunque al elaborar proyectos en convenio con otras entidades, en algunos casos se utiliza el protocolo para intervenir las áreas a restaurar.

Por parte de la academia, se han organizado grupos de investigación y semilleros en universidades como la Nacional, la Distrital y la Javeriana. De esta última se destaca la labor de la Escuela de restauración ecológica (ERE) quien ha hecho grandes aportes a la investigación en el tema, apoyando las entidades públicas como la SDA y su publicación del Manual de restauración ecológica en el 2010, así como el aporte a la formulación del Plan Distrital de Restauración Ecológica 2010-2038. Este grupo se enfoca en la investigación y apoyo a iniciativas como trabajos de grado y la publicación de artículos científicos a partir de estudios de caso sobre restauración ecológica. El grado de uso y conocimiento del PDRE es MEDIO, ya que conocen el PDRE pero se

enfocan en utilizar el Manual de restauración el cual es complementado con estudios específicos para cada caso.

Se ha encontrado que el PDRE tiene un bajo nivel de aplicación debido a la falta de coordinación interinstitucional ya que cada entidad ha desarrollado sus propios lineamientos para realizar procesos de restauración ecológica y no existe una norma que integre la documentación existente para lograr un objetivo común que busque la correlación de estos procesos para la recuperación de la estructura ecológica principal del Distrito. Por esta razón, el uso y aplicación del Protocolo queda a disposición del investigador encargado ya que no existe un acuerdo entre los actores responsables de la restauración ecológica en el Distrito.

#### **4.2. Diagnóstico del contenido del PDRE.**

En la época de los años 90, se ofrecían pocas alternativas para la reconstrucción de ecosistemas, y solo existían fórmulas repetitivas en reforestación y arborización, el paisajismo aún luchaba por afianzarse como campo profesional y la palabra restauración no existía. Las masas crecientes de pino y eucaliptos fueron la única alternativa. Como trabajo pionero en su campo, el PDRE, ha abierto muchos caminos, no solo hacia alternativas más naturales en el manejo de ecosistemas y su cubierta vegetal, sino hacia una nueva actitud dinámica y participativa en la transformación ambiental del territorio y una visión positiva y enriquecida del papel del ser humano en su entorno. (PDRE, 2002).

Antes de comparar el PDRE con otros documentos se realiza un diagnóstico de su contenido y estructura como se expone a continuación. Este Protocolo Distrital de restauración ecológica se realizó a partir de los estudios de la Fundación Bachaqueros que entraron en convenio con la Secretaría Distrital de

Ambiente – antes DAMA – llegando a publicar la primera edición en abril del año 2000 y una segunda edición en el 2002.

El protocolo se constituyó como una guía para reconstruir el patrimonio natural de Bogotá y una invitación a continuar la restauración ecológica de la Sabana. Ha sido diseñado específicamente para los ecosistemas típicos del centro de la Cordillera Oriental, por encima de los 2300 msnm. Está dirigido a todas aquellas personas y entidades públicas o privadas, que se ven interesadas o involucradas en la recuperación de ecosistemas nativos, así como los valores, bienes y servicios que estos encierran (PDRE, 2002). Sus autores principales Bibiana Salamanca y Germán Camargo, junto con un amplio grupo de investigadores, construyeron el PDRE a partir de más de una década de estudios en el territorio que abarca desde el Teusacá y los cerros orientales, hasta el Sumapaz y diferentes rincones de la Sabana de Bogotá.

Con la publicación del PDRE se establecen los lineamientos básicos para realizar procesos de restauración ecológica su claridad en el contenido permite que estos lineamientos sean trasladados a otros ecosistemas en Colombia, aunque han sido enfocados principalmente hacia los ecosistemas de la sabana de Bogotá. La estructura de su contenido permite una aproximación general en primer lugar por medio de su amplio marco conceptual que permite comprender de qué se trata la restauración ecológica, y se llega a entender cuáles son las principales diferencias con otros esfuerzos de conservación como la reforestación, recuperación y rehabilitación de ecosistemas.

Luego, con el uso de las claves de especies dinamogenéticas, la clave dendrológica y ecológica, y la clave fisonómica y florística de tipos de vegetación, permite tener una mayor certeza del uso apropiado de especies según los objetivos que se plantean en el proyecto de restauración y según el tipo de ecosistema que se quiere intervenir. Esto se articula con los cuadros y

tratamientos de restauración que se proponen los cuales presentan características específicas para ser aplicados en terreno.

Dentro de este trabajo se recogen y organizan las piezas de rompecabezas que constituyen los restos de bosques nativos, para comprender cómo se alteró su forma y su continuidad, leyendo en la naturaleza las formas propias de la regeneración natural e inferir así, el modo en el que el ser humano puede ser parte de ese proceso (PDRE, 2002). El documento, en su segunda edición presentada en el año 2002, se divide en 6 partes o capítulos según las temáticas que se describen a continuación.

#### ***4.2.1. Marco conceptual del Protocolo Distrital de Restauración.***

Es importante resaltar el contenido de este primer capítulo del PDRE, ya que tiene los fundamentos conceptuales para el resto del documento. Este marco conceptual se ha establecido como una de las principales fuentes para comprender la restauración ecológica. Es citado y utilizado en diversos proyectos de restauración ecológica no solo en el Distrito sino a nivel nacional.

Inicialmente se definen los distintos tipos de sucesión ecológica y cómo se puede entender la restauración ecológica como un tipo de sucesión asistida que permite estimular los procesos de regeneración natural. Se resalta a importancia de la recuperación de espacios naturales alterados, deteriorados o degradados por medio de las estrategias de recuperación, rehabilitación, reforestación y restauración. Adicionalmente exponen los conceptos, con la terminología que corresponde al consenso internacional que intenta construirse en torno a los conceptos fundamentales de la ecología de la restauración. (PDRE, 2002)

Presenta de igual manera un enfoque científico y empírico de la restauración ecológica, donde se tiene en cuenta que no solo se debe utilizar la ciencia para el diseño y uso de técnicas de restauración ecológica, sino que cuando el proyecto de restauración afecta mayor territorio, mayor población, más inversión, más organización e involucramiento interinstitucional, se hace necesario la formalización de los métodos y técnicas (PDRE, 2002), y la importancia de contar con el aporte y el conocimiento de las comunidades locales. Dentro del marco conceptual también se destaca la necesidad de distinguir los efectos que pueden tener las especies nativas y exóticas, que no necesariamente se pueden calificar como *buenas* o *malas*, sino que se debe tener en cuenta el objetivo que busca cumplir el proceso de restauración ecológica.

El PDRE presenta también distintos conceptos fitoecológicos básicos, una descripción general de las ecoclinas bogotanas, los elementos básicos de la sucesión vegetal, y se realiza una descripción del régimen ambiental que permite reconocer los factores limitantes y tensionantes que se pueden presentar en la restauración, lo cual permite la comprensión de estos términos técnicos por parte del usuario.

Por último, se definen las estrategias socioculturales de restauración, donde se indica que un programa de restauración está ligado al proceso sociodinámico pues siempre que la degradación a corregir tenga un origen humano, su recuperación involucrará la intervención de procesos y relaciones físicos, bióticos, económicos, sociales y culturales. (PDRE, 2002)

El lenguaje que se utiliza es claro y conciso, permite al investigador o lector, comprender las bases fundamentales de los procesos de restauración ecológica, así como los diferentes aspectos interdisciplinarios que se deben tener en cuenta al iniciar estos proyectos, permitiendo identificar y priorizar el tipo de aproximación que se requiere. Presenta las bases para entender cómo

el proceso de restauración ecológica abarca diversas dinámicas ecosistémicas que se deben tener en cuenta, así como la base termodinámica de la restauración que permite identificar los flujos de energía en del ecosistema.

#### ***4.2.2. Claves de especies dinamogenéticas.***

Este capítulo del PDRE indica cómo se debe usar la clave y permite a cualquier persona comprender la diferencia e importancia de las especies que se utilizan en la restauración ecológica, como las especies dinamogenéticas. El PDRE (2002) define las especies dinamogenéticas como aquellas que se desarrollan con tal eficacia que llegan a ejercer un efecto determinante sobre las condiciones ambientales, la estructura y función del ecosistema. Estas especies constituyen la mayor parte de la masa de la vegetación, tienen mayor cobertura y producen cambios en el ambiente que promueven el avance de la sucesión. Principalmente se utilizan estas especies ya que las demás especies vegetales, al igual que la fauna, aprovechan el hábitat y microclima creado por las dinamogenéticas.

Teniendo en cuenta estas características de las especies dinamogenéticas, se presentan dos claves taxonómicas<sup>1</sup> que permiten identificar y hacer un diagnóstico de las especies que se encuentran en el sitio que se va a intervenir y cuáles se deben utilizar según los objetivos que se vayan a cumplir, así como el tiempo estimado para el proceso de restauración ecológica. Estas claves permiten determinar la etapa sucesional en la que se encuentra el área a intervenir para poder relacionar las especies y el grado de intervención que se requiere en la intervención. Se aclara que estas claves que se encuentran en el PDRE representan una porción de las especies dinamogenéticas que se

---

<sup>1</sup> Una clave taxonómica se entiende como un método de clasificación por medio de preguntas dicotómicas que permiten descartar especies hasta llegar a la que se busca identificar.

pueden encontrar en el Distrito, ya que se enfoca en las más abundantes e importantes en términos de restauración.

La primera es una clave ecológica, que se utiliza para determinar si una especie cualquiera es dinamogenética; esta clave consiste en una descripción de rasgos que distinguen estas especies y les dan la capacidad de colonizar, dominar y transformar las distintas etapas sucesionales, los cuales se denominan “atributos vitales”. A continuación se listan los atributos vitales que conforman la clave ecológica:

- ✓ Comportamiento social.
- ✓ Capacidad constructiva.
- ✓ Sociabilidad.
- ✓ Amplia cobertura de follaje.
- ✓ Alta tasa de renovación.
- ✓ Activa reproducción vegetativa.
- ✓ Polinización segura.
- ✓ Mecanismos de dispersión adecuados.
- ✓ Alta producción de semillas.
- ✓ Formación de bancos de semillas o de plántulas.
- ✓ Reiteración tenaz (facilidad para retoñar).
- ✓ Rusticidad (no requiere cuidado para desarrollarse y reproducirse).
- ✓ Aptitud pionera (capacidad para colonizar).
- ✓ Agresividad (frente a competencia).
- ✓ Plasticidad morfológica (adaptación de crecimiento a condiciones del medio).
- ✓ Ciclo de vida sincronizado con las perturbaciones.

La segunda es una clave dendrológica, la cual se utiliza para ayudar a identificar las especies sin importar si se encuentran con flores o frutos, ya que se fija en los rasgos vegetativos como la corteza, tallos, hojas y formas de crecimiento. Al comienzo de esta clave se presenta un listado general de 104



especies dinamogenéticas que incluye el nombre científico, la familia y el nombre común. Luego se presenta la clave que describe atributos morfológicos permitiendo identificar la planta, se divide en 8 grupos que son los siguientes:

1. Cañas y hojas similares al bambú y la guadua (gramíneas bambusoides).
2. Roseta con tronco.
3. Plantas trepadoras.
4. Helechos.
5. Hierbas arrosetadas (sin tronco).
6. Macollas (similares a pastos).
7. Leñosas (arbustos, arbolitos y árboles) con espinas.
8. Leñosas (arbustos, arbolitos y árboles) sin espinas.

Cada grupo tiene una breve descripción como el tipo, color, textura y grosor de tallos y hojas así como la presencia y ubicación de estípulas, lo cual permite responder “sí” o “no” y así continuar hasta determinar la especie de planta que se encuentra en el área a intervenir o cuál se debe utilizar según un objetivo específico en el proceso de restauración ecológica. En esta clave se utilizan algunos términos técnicos que el documento expone en el glosario al final del documento.

Esta clave es de vital importancia, ya que en otros documentos se mencionan qué tipo de especies se deben utilizar pero no se incluye esta clave, mientras el PDRE permite con facilidad identificar las plantas que se van a necesitar según el objetivo que se quiera cumplir en la intervención. Dependiendo del contexto sociocultural en el que se realiza la restauración, se remarca la importancia de tener en cuenta las variaciones que pueden tener los nombres comunes de las plantas que se encuentran en el sitio y de aquellas plantas nativas que se deben utilizar. Para determinar el grado de dinamogenicidad de una especie, se evalúa el conjunto de estos atributos que posea, sumando puntos según las

características biológicas de su ciclo de vida, permitiendo calificar una especie como la más apta como herramienta en la restauración ecológica.

#### **4.2.3. Fichas técnicas de soporte.**

Después de la clave dinamogenética se encuentra un capítulo que contiene las fichas técnicas por especies. En estas fichas se presentan los datos básicos de manejo de algunas especies seleccionadas entre las 104 que presenta la clave, por su alto valor en restauración. Cada ficha (Figura 9) explica de manera breve y concisa el procedimiento a seguir después de haber realizado un diagnóstico inicial de la zona en donde se requiere restauración ecológica. Con un total de 61 fichas que contienen información específica sobre las especies más relevantes que se deben utilizar en la restauración ecológica en los ecosistemas de la sabana de Bogotá, en estas fichas se describen las siguientes características de la especie:

- |                     |                         |
|---------------------|-------------------------|
| 1. FAMILIA.         | 6. Posición ambiental.  |
| 2. Especie.         | 7. Posición sucesional. |
| 3. Función.         | 8. Aplicación.          |
| 4. Nombres comunes. | 9. Otros usos.          |
| 5. Descripción.     | 10. Propagación.        |

Se incluye información sobre la función que cumple cada especie, puede ser como inductor preclimático o precursor leñoso según su ubicación en terreno y la etapa sucesional en que se encuentre el ecosistema. De igual manera incluye los nombres comunes de cada especie y una descripción fisonómica acompañada de una o varias fotografías que ayudan a identificar la especie. Se describen las posiciones ambiental y sucesional lo cual permite identificar el estado seral o sucesional en que se debe introducir, indicando de igual manera

el tipo de aplicación, los diferentes usos y el tipo de propagación necesario para cada a la especie.

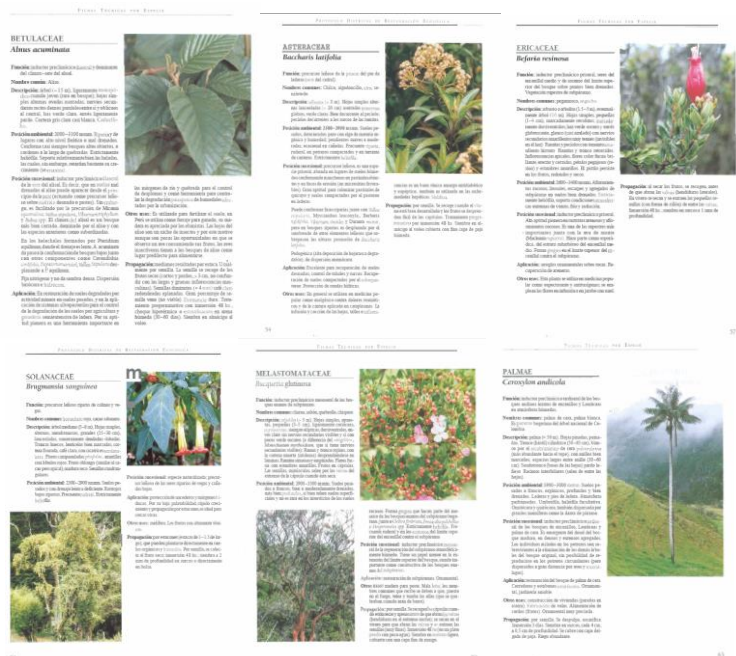


Figura 9. Fichas técnicas de soporte (PDRE, 2002).

Las especies que se incluyen en estas fichas pertenecen a las siguientes familias:

Asteraceae	Palmae (Arecaceae)	Loranthaceae	Araliaceae
Flacourtiaceae	Clethraceae	Myrsinaceae	Iridaceae
Betulaceae	Guttiferae	Rosaceae	Piperaceae
Berberidaceae	Boraginaceae	Solanaceae	Actinidaceae
Ericaceae	Gramineae	Polygonaceae	Elaeocarpaceae
Solanaceae	Sapindaceae	Myrtaceae	Caprifoliaceae
Melastomataceae	Winteraceae	Myricaceae	Cunoniaceae
Loganiaceae	Verbenaceae	Myrsinaceae	
Meliaceae	Saxifragaceae	Lauraceae	

#### 4.2.4. Claves de tipos de vegetación.

Antes de la clave de tipos de vegetación, el PDRE define la ecoclina<sup>2</sup> principal (anexo 2) y seres asociadas que permiten identificar la posición ambiental y el rango sucesional de los ecosistemas en la sabana de Bogotá. Luego, en esta clave, se utilizan atributos que identifican los morfotipos (Figura 10) según el aspecto de la vegetación que pueden ser hierba, macolla, arbusto, arbolito o árbol, y que tiene como resultado la fisonomía del ecosistema, que resultan como bosque, bosque enano, rastrojo, matorral, pajonales.

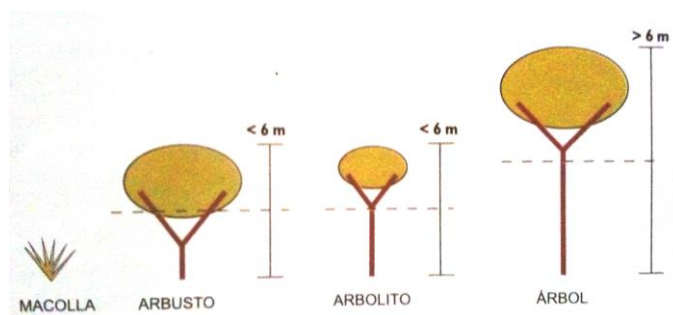


Figura 10. Morfotipos de vegetación. (PDRE, 2002)

La clave de tipos de vegetación es un poco más compleja y específica que las claves anteriores utilizadas en el PDRE. Se complementa con la clave de especies dinamogenéticas anteriormente descrita, permitiendo reconocer el tipo de vegetación e identificar la estructura de los ecosistemas a partir de las formas de vegetación que aparecen en determinadas condiciones ambientales y en cada etapa de la sucesión. Al reconocer los tipos de vegetación permite realizar una zonificación ambiental, calificando la cobertura vegetal y diagnosticando las condiciones ambientales para interpretar el estado y tendencia del desarrollo del ecosistema. (PDRE, 2002)

<sup>2</sup> Ecoclina: Cambio gradual en la composición florística de la comunidad en determinado espacio, sobre un cambio gradual de uno o más factores ambientales. (PDRE, 2002)

La clave fisonómica y florística de tipos de vegetación ordena el listado de los principales tipos de vegetación encontrados en el Distrito, se divide en 9 puntos que clasifican las coberturas vegetales de la siguiente manera:

1. Bosques altos (dosel 12 m).
2. Bosques bajos (dosel entre 6 y 12 m).
3. Bosques enanos (dosel inferior a 6 m).
4. Rastrojos.
5. Chuscales.
6. Matorrales.
7. Helechales.
8. Frailejonales.
9. Coberturas herbáceas.

Para cada numeral anterior incluye un listado de especies dominantes, el ambiente asociado, la posición sucesional y las zonas típicas donde generalmente se puede encontrar este tipo de vegetación en el Distrito. Esto da como resultado un listado descriptivo de 8 tipos de bosques altos, 6 tipos de bosques bajos, 5 tipos de bosques enanos, 6 tipos de rastrojos, 1 de chuscales, 22 tipos de matorrales, 2 tipos de helechales, 2 tipos de frailejonales y 6 tipos de coberturas herbáceas.

En este punto se desglosan los tipos de vegetación en diversos subtipos, donde se indican características fisonómicas (como la altura y el dosel), junto a un listado de especies dominantes según cada tipo de vegetación; de igual manera, se describe brevemente el ambiente asociado (según la altitud, los tipos de suelos, ecosistemas y geomorfología), su posición sucesional y las zonas típicas de la sabana donde se pueden encontrar cada uno de estos tipos y subtipos de vegetación.

Esta información es relevante para lograr reconocer los tipos de vegetación más comunes que se puede encontrar al llevar a cabo procesos de restauración ecológica, especialmente para identificar las especies que mejor se adaptan a las condiciones físico-climáticas actuales de la sabana de Bogotá. La importancia de incluir esta clave radica en que permite entender las dinámicas ecosistémicas según la estructura ecológica, lo cual se debe tener en cuenta para cumplir los propósitos de la restauración, ya que a diferencia de la reforestación o plantación de árboles y de vegetación, en la restauración se busca recuperar esta estructura que impulse las dinámicas naturales en las distintas etapas sucesionales y lograr así que a largo plazo el ecosistema vuelva a ser autosostenible y no requiera mayor intervención humana.

#### ***4.2.5. Cuadros de restauración.***

Como introducción a los cuadros de restauración se presentan las condiciones generales del área rural distrital y las pautas para el diagnóstico de restauración. Allí se identifican condiciones físico ambientales como la variación de temperatura media del aire a lo largo del gradiente altitudinal, las precipitaciones y distribución de lluvias, la humedad atmosférica, y la temperatura y material del sustrato. Aunque se enfoca en gran parte en las zonas rurales del Distrito como las zonas de páramo, también presenta las condiciones físicas básicas en distintos sectores de la ciudad como Usaquén, Ciudad Bolívar y Chapinero. En esta parte se debe tener en cuenta que algunas zonas no se encontraban urbanizadas y en la última década han presentado influencia por el cambio de uso del suelo y la constante expansión urbana.

Los cuadros de restauración son una tipología de las situaciones mas frecuentes que demandan trabajos de restauración ecológica. Cada cuadro presenta un diagnóstico con base en condiciones físicas, oferta ambiental, potencial biótico, potencial sociodinámico, factores limitantes y tensionantes,

alteración, potencial de restauración, priorización, estrategias y lineamientos generales para la restauración (Galvis & Morales, *Op.cit*). También se tiene en cuenta la extensión de fragmentos, la diversidad de especies y etapas sucesionales, la representación de los distintos segmentos de la ecoclina, la proximidad y la conectividad, lo cual ha permitido identificar la baja disponibilidad de cordones o corredores causando pérdida de biodiversidad y conexión en la estructura ecológica principal de Bogotá y sus alrededores.

Antes de los cuadros de restauración se explica cada uno de estos factores mencionados indicando los principales aspectos que se deben tener en cuenta para cada tipología. A partir de esto se determinan los principales factores limitantes y tensionantes que presentan restricciones al desarrollo de los ecosistemas y pueden alterar el proceso de restauración.

Como factores limitantes presentes en la sabana de Bogotá se presenta el frío y la variación día/noche del clima, lo cual hace que el crecimiento de las plantas sea mas lento y se alteren los ciclos biológicos; también se encuentran zonas expuestas donde los vientos y la radiación son mas intensos presentando un ciclo de insolación – congelamiento que dificulta el desarrollo de la vegetación; los tipos de suelo también son un factor limitante, ya que en algunos casos se encuentra altamente contaminado y ha presentado pérdida de macronutrientes. Estos factores se han presentado en la última década con mayor intensidad causando alteración en los ciclos biológicos de la vegetación, causando pérdida de cobertura y biodiversidad.

Como factores tensionantes que aumentan la fragmentación de hábitat se encuentran la continua deforestación, para la expansión de cultivos y frontera agrícola; la erosión superficial, debido a la desprotección de campos cosechados y el pastoreo que elimina rebrotes y plántulas acentuando la compactación de suelo; el fuego, que destruye los bancos de semillas, plántulas y microbiota del suelo; la remoción de suelo y excavación profunda para el uso

de canteras; la destrucción de cobertura vegetal, remoción de suelos y alteración del drenaje superficial para la apertura de vías y edificación. Estos últimos se consideran factores tensionantes severos ya que difícilmente se puede recuperar la capa vegetal después de estos tipos de intervención antrópica.

Posteriormente se describe el potencial de restauración al cual es factible llegar de acuerdo a la oferta ambiental, el potencial biótico y sociodinámicos y los objetivos de restauración, al igual que las acciones prioritarias que se deben tener en cuenta para recuperar los servicios ambientales en ecosistemas con un nivel avanzado de deterioro. Para esto se proponen diversas estrategias y lineamientos generales que se relacionan con los factores tensionantes.

Teniendo en cuenta esta información básica generalizada, el PDRE presenta los cuadros de restauración que corresponden a 18 escenarios descriptivos de situaciones típicas que se presentaban en el Distrito en la época de los años 90. Para cada uno de estos cuadros se resumen las características previamente descritas lo cual permite realizar un diagnóstico de la zona que se va a intervenir para determinar los pasos a seguir en el proceso de restauración. Estos cuadros son los siguientes:

1. Pérdida de caudales en nacederos y microcuencas abastecedoras.
2. Agricultura y ganadería semiextensiva de ladera.
3. Desplomes de márgenes de cursos de agua.
4. Inestabilidad de taludes de vías.
5. Suelos degradados por actividad minera.
6. Asentamientos subnormales en zonas geoinestables.
7. Expansión urbana subnormal sobre áreas de vocación forestal.
8. Incendios forestales (manejo ex ante y manejo ex post).
9. Urbanización campestre (Chaletización).
10. Degradación de humedales por urbanización.



11. Deterioro por plantación inadecuada de forestales introducidas.
12. Infestación de retamo espinoso (*Ulex europaeus*).
13. Fragmentación de ecosistemas.
14. Extinción de flora nativa.
15. Reducción de hábitats para la fauna nativa.
16. Falta de espacios naturales autóctonos para la educación-recreación.
17. Alteración mesoclimática.
18. Destrucción sociocultural del modo de vida rural.

Previamente fueron identificados algunos cuadros de restauración como prioritarios debido a la urgencia de intervención para recuperar los ecosistemas, como es el caso de la pérdida de caudales en nacederos y microcuencas abastecedoras, los suelos degradados por actividad minera, y la infestación de retamo espinoso. Estos escenarios han sido objeto constante de estudio en los cuales se ha buscado innovar para cumplir con los objetivos de la restauración.

Algunos de estos escenarios aun se presentan en la actualidad aunque es necesario revisar qué tanto terreno cubren y qué medidas se han tomado para frenar algunos tipos de actividades que venían deteriorando los ecosistemas de la sabana de Bogotá. Varios de estos escenarios han sido modificados debido a las intervenciones que se han venido llevando a cabo, como es el caso de los suelos degradados por la minería que ha tenido un mayor control por parte de las autoridades ambientales, mientras otros escenarios han incrementado su cobertura e impacto, como sucede con la expansión urbana y los asentamientos subnormales en zonas geoinestables.

Se han realizado diversos estudios que indican los cambios necesarios en estos cuadros según los cambios que han presentado las dinámicas de los ecosistemas en la sabana de Bogotá y sus zonas de influencia, aunque estos estudios han sido principalmente realizados en trabajos de grado y pocos se han publicado e implementado. Con nuevas investigaciones y publicaciones es

#### 4.2.6. Tratamientos de restauración.

Diagrama de un sistema de alimentación y refugio para aves en un estanque. El diagrama muestra un estanque con una franja de refugio (1) y una barrera de protección (2) que divide el agua en tres zonas numeradas (1, 2, 3). Hay comederos de palometa y comederos de palometa. Las aves se alimentan en las zonas 1 y 2. Las aves se refugian en la zona 3. Las aves se alimentan en las zonas 1 y 2. Las aves se refugian en la zona 3. Las aves se alimentan en las zonas 1 y 2. Las aves se refugian en la zona 3.

1. Franja de refugio  
2. Barrera de protección

Figura 11. Tratamiento de recuperación de hábitat para fauna silvestre. (PDRE, 2002)

Esta sección se enfoca en imitar los patrones espaciales y temporales que exhibe la vegetación natural de la zona a restaurar, buscando identificar las especies más apropiadas para el sitio y la combinación más exitosa de especies y formas (PDRE, 2002). Esto ha sido producto de estudios científicos realizados por la Fundación Bachaqueros en la sabana de Bogotá, a partir de los cuales explican los pasos a seguir para aplicar cada tratamiento según los cuadros de restauración previamente descritos.

Se incluye una primera etapa de inspección, donde se busca conocer la altitud, pendiente, textura del suelo y el tipo de vegetación presente; una segunda etapa de preparación para adecuar del predio según las necesidades de las planas que se van a utilizar; y una tercera etapa de plantación, en la que se sigue un patrón básico de la sucesión que busca introducir las especies y morfotipos de la etapa sucesional inmediatamente posterior al estadio sucesional actual.

Un tratamiento se puede aplicar en distintos cuadros o escenarios y también en distintas etapas de la intervención (Anexo 3), por eso es importante la fase de diagnóstico y planificación para elaborar el diseño que mejor se adapte a los objetivos de restauración. Inicialmente, se determinan las condiciones del lugar permitiendo identificar el tipo de tratamiento (Figura 12) ya sea de inducción y consolidación de herbáceas, introducción y consolidación de precursor leñoso, inducción preclimática, sombreado intensivo, llenado de claros y bordes de ecotono.

CONDICIONES DEL LUGAR	TIPO DE TRATAMIENTO GENERAL
PREDOMINIO DE SUSTRATO DESNUDO	INTRODUCCIÓN DE HERBÁCEAS
COBERTURA HERBÁCEA ABIERTA	CONSOLIDACIÓN DE HERBÁCEAS
COBERTURA HERBÁCEA CERRADA	INTRODUCCIÓN DEL PRECURSOR LEÑOSO
COBERTURA HERBÁCEA - ARBUSTIVA	CONSOLIDACIÓN DEL PRECURSOR LEÑOSO
COBERTURA ARBUSTIVA CERRADA	INDUCCIÓN PRECLIMÁTICA
COBERTURA DE RASTROJO	SOMBREADO INTENSIVO
BOSQUES MEDIANOS Y ALTOS	LLENADO DE CLAROS Y BORDE DE ECOTONOS

Los tipos de tratamiento corresponden al «esquema seral básico», de la sucesión del área a restaurar.

Figura 12. Condiciones del lugar Vs. Tipo de tratamiento general. (PDRE, 2002)

Estos tratamientos generales se dividen en 24 estrategias entre las cuales se encuentran tratamientos de protección como las plantaciones forestales protectoras, las barreras de viento, contra heladas y antigano, y las cercas vivas (Figura 13), las cuales buscan reducir impactos de factores físico-ambientales en el área de restauración. Los tratamientos que se presentan son los siguientes:

1. Plantaciones forestales protectoras.
2. Inducción de matorrales y rastrojos.
3. Restauración de bordes de ecotono.
4. Restauración en claros de bosque.
5. Rescate de especies amenazadas.
6. Restauración nacimientos de agua.
7. Restauración de microcuencas abastecedoras.
8. Cordones protectores de márgenes de río y quebrada.
9. Barreras de viento.
10. Barreras contra heladas.
11. Barreras antigano.
12. Cercas vivas.
13. Modelos agroforestales - Plantaciones dendroenergéticas.
14. Desinfestación de invasión de retamo espinoso (*Ulex europaeus*).
15. Manejo de sucesiones pirogénicas.
16. Restauración de ecosistemas en plantaciones forestales de exóticas.
17. Jardinería amable.
18. Setos y agregados formadores de suelo.
19. Cubierta Protectora de *Pteridium spp.*
20. Control de focos de erosión severa - Recuperación de canteras.
21. Protección y estabilización de taludes en vías.
22. Cordones ruderales.
23. Corredores y estribones de dispersión ornitócora.
24. Enriquecimiento de hábitats para la fauna silvestre.

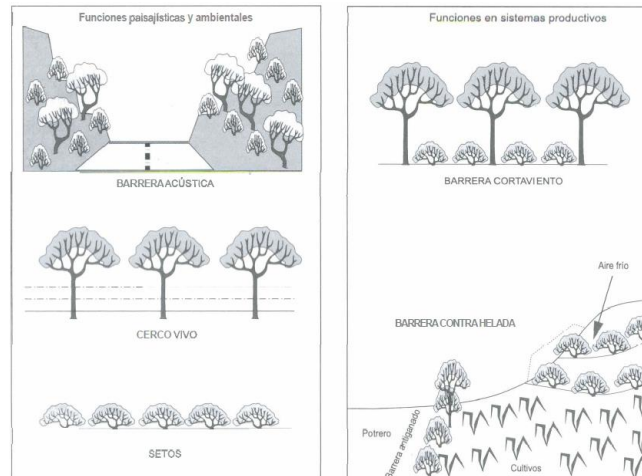


Figura 13. Tratamiento de barreras vegetales. (PDRE, 2002)

Se encuentran tratamientos específicos para las cuencas hídricas como la restauración en nacimientos de agua y microcuencas abastecedoras, y la adecuación de cordones protectores de márgenes de río y quebrada. Mientras que otros tratamientos se enfocan en la recuperación del suelo y cobertura vegetal en distintos escenarios utilizando estrategias como la cubierta protectora de *Pteridium spp*, los setos y agregados formadores de suelo, control de focos de erosión severa y recuperación de canteras, protección y estabilización de taludes en vías, inducción de matorrales y rastrojos, la restauración de bordes de ecotono, claros de bosque, ecosistemas en plantaciones forestales de exóticas, y el uso de cordones ruderales.

Otros tratamientos se enfocan en la recuperación de biodiversidad por medio del rescate de especies amenazadas, el manejo de sucesiones pirogenéticas, los modelos agroforestales, la desinfectación de invasión de retamo espinoso (*Ulex europeus*), la creación de corredores y estribones de dispersión ornitócora y el enriquecimiento de hábitats para la fauna silvestre.

En la última parte, se añaden tres numerales complementarios que se deben utilizar en conjunto con los tratamientos anteriormente señalados. Se presenta la generación de espacios autóctonos para la recreación y la educación

ambiental, donde se resalta la importancia de compartir el conocimiento sobre la biodiversidad de Bogotá con la comunidad en general y especialmente con la comunidad escolar y juvenil para generar un mayor sentido de pertenencia y favorecer el reconocimiento y valoración de la fauna y flora nativa de los ecosistemas altoandinos. Allí se dan indicaciones sobre la adecuación del lugar para distintas actividades como la recreación pasiva y activa, así como la ubicación de espacios para el consumo de alimentos, la contemplación y el aprendizaje (Anexo 5).

Adicionalmente, se presentan unas últimas indicaciones sobre la selección de especies para los tratamientos, teniendo en cuenta no sólo aquellas que se han presentado en el documento sino también otras combinaciones de especies que compartan las características anteriormente descritas y valorando los diferentes usos y necesidades locales. Luego, en el último numeral, se presenta la aplicación local de tratamientos, donde se identifican algunas áreas como ventanas de restauración en el Distrito según los estudios realizados hasta el momento de publicación del PDRE. Estas áreas hacen parte de las localidades de San Cristobal, Santa Fe, Ciudad Bolívar, Usme y Sumapaz.

#### **4.3. Publicaciones posteriores.**

De las entidades identificadas previamente, se realiza un inventario de las publicaciones más relevantes en términos de restauración ecológica (Anexo 6). Estas publicaciones han sido posteriores al PDRE y en algunos casos son ampliación de los temas allí expuestos complementando la información que inicialmente publicó la SDA. Algunos de estos documentos presentan estudios de caso que se enfocan en un escenario particular donde se han realizado procesos de restauración, mientras otros documentos, aunque no se especializan en la restauración, se relaciona con el tema dentro de la temática que maneja. Por su contenido y relevancia se consideran las Guías técnicas, el

Manual para la restauración ecológica, el Plan Distrital y el Plan Nacional de Restauración, para ser comparados con el PDRE debido a su enfoque técnico y al uso que le dan las entidades responsables de la restauración ecológica.

Al conocer el contenido del PDRE es posible comparar con otras publicaciones que tienen mayor relevancia en su estructura y contenido sobre la restauración ecológica, como las guías técnicas, el Manual de Restauración Ecológica, el Plan Distrital de Restauración Ecológica y el Plan Nacional de Restauración. En primer lugar, las guías técnicas que se derivan de este documento, se enfocan en un solo cuadro de restauración, siendo complementarias al PDRE como tal. Por ejemplo, las Guías técnicas para la restauración ecológica de los ecosistemas de Colombia, publicadas por el grupo GREUNAL y el MADS, contienen las bases conceptuales para la formulación inicial de un proyecto de restauración ecológica según el tipo de ecosistema.

En este conjunto de guías, se indica la importancia de seguir protocolos para la restauración pero no especifica que tipo de protocolos o cuáles pueden ser estos documentos a consultar. Igualmente, las guías técnicas presentadas por la SDA son una ampliación de los cuadros de restauración presentados en el PDRE, siendo complementarias a este documento ya que no presentan las primeras fases de diagnóstico ni las claves que permiten determinar las especies a utilizar y se enfocan en un solo objetivo de restauración como la restauración de áreas de ronda y nacederos, la restauración de bosque altoandino o la restauración de coberturas afectadas por incendios forestales.

Por otro lado, en el 2010 fue publicado el Manual de restauración ecológica el cual se enfoca en la actualización de algunos de los cuadros de restauración, que fueron identificados como prioritarios. Se enfoca en estrategias de restauración en escenarios como son, la minería a cielo abierto, incendios forestales, tala rasa, uso agrícola, uso pecuario, especies invasoras,

plantaciones forestales exóticas, suelo y cuerpos de agua afectados por contaminantes.

En este manual se presenta conceptos básicos de la restauración, una descripción de los ecosistemas bogotanos, la importancia del estado y la sociedad en la protección de ecosistemas. Luego, presenta las distintas fases necesarias para llevar a cabo un proceso de restauración desde su planificación, la inclusión de un plan social, el reconocimiento del área, su posterior diagnóstico, valorización y priorización, la definición de objetivos y una fase de socialización con la comunidad donde se realiza el proyecto. El manual incluye formatos para uso en campo que permiten hacer un reconocimiento o diagnóstico del área y la vegetación presente.

En el mismo año, se publica el Plan Distrital de Restauración Ecológica 2010-2038. Este documento fue elaborado en convenio de la Escuela de Restauración Ecológica de la Pontificia Universidad Javeriana y la Secretaría Distrital de Ambiente. Allí presentan el mapa de áreas prioritarias para la restauración (Figura 14) y adicionalmente en los objetivos se postula el apoyo a la formulación de protocolos que indiquen específicamente el procedimiento que se debe llevar a cabo para lograr los objetivos de la restauración en el territorio del Distrito. Por lo cual, el PDRE vendría haciendo parte de estos documentos que se quieren establecer como herramientas de gestión en el Distrito.

Este Plan Distrital, presenta un amplio marco normativo, además de un enfoque conceptual que repasa algunos de los escenarios descritos en el Manual de restauración, como la minería a cielo abierto, la afectación por incendios forestales, las plantaciones forestales exóticas, los suelos y cuerpos de agua disturbados por contaminantes; además, añade otros escenarios de disturbios que mas afectan los ecosistemas bogotanos, como la urbanización de suelo no urbanizable, la expansión de la frontera agrícola, el uso agrícola y pecuario no



autorizado, y la presencia de especies invasoras. En cada uno de estos escenarios se realiza una descripción general basándose en factores históricos.

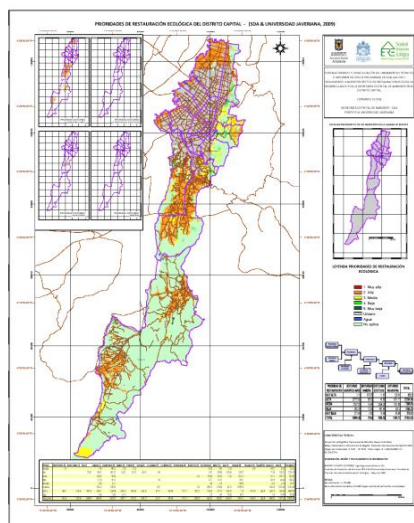


Figura 14. Mapa de prioridades de restauración ecológica. (Plan Distrital de restauración ecológica 2010-2038)

Por último, el Plan Nacional de Restauración que fue publicado en 2015, contiene 5 tópicos, catalogados como impulsores, como la pérdida y transformación de ecosistemas y cambios en usos del territorio, las invasiones biológicas, la sobreexplotación de recursos biológicos, la contaminación y el cambio climático.

Este Plan se enfoca en una descripción conceptual que determina las etapas de un proyecto de restauración, incluyendo una primera etapa de planeación que incluye un análisis espacial del paisaje; una segunda etapa de tiempos de ejecución donde se propone la articulación con otras herramientas como el Plan básico de restauración y el manual, Estrategia Nacional de Monitoreo a la Restauración Ecológica, los POMCA, POT y PGAR de las zonas a intervenir; una tercera etapa de mantenimiento del proyecto que incluye cortas descripciones sobre el tipo de manejo que requiere el proceso de restauración como la poda, reposición del material vegetal y deshierbe; y una última etapa de monitoreo, donde se plantea la elaboración de una estrategia nacional de monitoreo de restauración.

Dentro del Plan Nacional se definen, de manera generalizada, estrategias como el encerramiento, enriquecimiento y suplementación de bosque, la conectividad a través de cercas vivas, el rescate como estrategia de conservación de especies amenazadas y especies claves, el establecimiento de barreras y franjas protectoras de cuerpos de agua, la restauración de plántulas, restauración pasiva de páramos, el restablecimiento del régimen hidrológico en humedales, y otras estrategias más específicas como la siembra de *Lupinus bogotensis* como facilitadora del crecimiento y supervivencia de *Espeletia grandiflora* y macollas de pajonal.

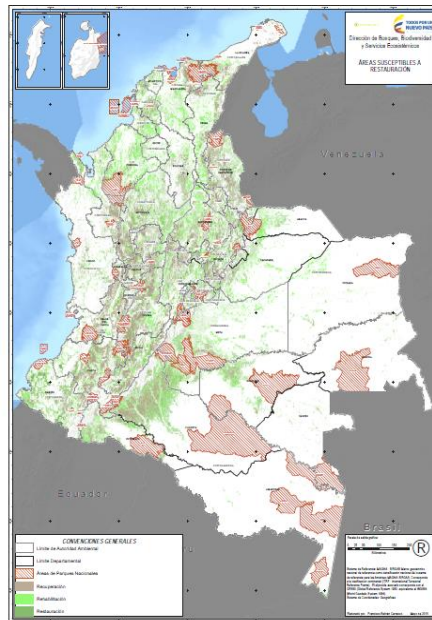


Figura 15. Mapa de áreas susceptibles a restauración en Colombia. (Plan nacional de restauración, 2015)

En este Plan Nacional se presenta como anexo el mapa de áreas susceptibles a restauración en Colombia (Figura 15). Sus objetivos principales son orientar y promover la restauración ecológica, la recuperación y la rehabilitación de áreas disturbadas de Colombia en un marco amplio de conservación de la biodiversidad y la adaptación a los cambios globales, igualmente busca Generar lineamientos de restauración para los principales ecosistemas y para los principales disturbios de impacto nacional y promover el desarrollo de

protocolos y guías de restauración específicas por ecosistema y por disturbio de manera articulada entre entidades, organizaciones y programas a nivel nacional. (Plan Nacional de Restauración, 2015)

Los planes distritales y nacionales tienen como objetivo promover la elaboración de protocolos que faciliten el uso de herramientas técnicas para la restauración ecológica. Al revisar estos documentos, no se encuentra uno que abarque el tema de la restauración con el detalle y precisión que maneja el PDRE, principalmente por las claves taxonómicas que incluye, así como la descripción de los cuadros de restauración y las técnicas específicas de los tratamientos propuestos.

#### 4.4. Análisis DOFA.

Debilidades	Oportunidades
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Poca divulgación.</li> <li>▪ Baja coordinación interinstitucional.</li> <li>▪ Desconocimiento por parte de actores responsables.</li> <li>▪ Carencia de mecanismo de control de los procesos de restauración.</li> <li>▪ Falta de actualización de contenido.</li> <li>▪ Información repetida en documentos posteriores por falta de articulación entre entidades.</li> <li>▪ Baja disponibilidad de material vegetal.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Identificación de zonas de restauración ecológica prioritaria donde se pueda utilizar el protocolo.</li> <li>▪ Articulación y unificación de publicaciones para facilitar uso, consulta, control y monitoreo de esfuerzos de restauración.</li> <li>▪ Establecimiento mediante ley para cumplir los objetivos del Plan Nacional de restauración.</li> </ul>
Fortalezas	Amenazas
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Claridad en la identificación de escenarios de restauración.</li> <li>▪ Lineamientos claros y fáciles de seguir.</li> <li>▪ Uso de lenguaje apropiado para cualquier persona o entidad que lo quiera utilizar.</li> <li>▪ Uso de claves vegetales.</li> <li>▪ Definición de tratamientos según cuadros de restauración.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Carencia de legislación que lo establezca</li> <li>▪ Uso como consulta bibliográfica y no como documento de práctica.</li> <li>▪ Falta de actualización e integración con nuevas publicaciones.</li> <li>▪ Cambio en condiciones físicas y ambientales del Distrito.</li> <li>▪ Bajo acceso a información.</li> </ul>

Figura 16. Cuadro DOFA.

Con la información obtenida en los numerales anteriores, se logra identificar las debilidades, fortalezas, oportunidades y amenazas (Figura 10) del documento en su contenido como tal, así como del uso, divulgación y establecimiento que le han dado las entidades que participan en la restauración en la sabana de Bogotá. Ya que el PDRE presenta un contenido amplio con unos lineamientos claros y fáciles de aplicar, así como las claves taxonómicas que permiten realizar un diagnóstico del área a intervenir, es importante aprovechar esta herramienta para ser utilizada en zonas prioritarias que requieren restauración ecológica.

El PDRE presenta un contenido claro y útil que ha sido subutilizado por parte de los actores responsables de la restauración ecológica en el Distrito; esto se evidencia, en una primera aproximación, por la poca divulgación que ha tenido el documento y su contenido, lo cual principalmente se ha dado por la baja coordinación interinstitucional. Por otro lado, la ausencia de un mecanismo de control y verificación, no sólo del documento como tal sino de los procesos de restauración que se llevan a cabo en la Sabana de Bogotá, hace que estos esfuerzos sigan objetivos particulares y no se llega a un consenso para el manejo de los ecosistemas en el Distrito. Igualmente se debe buscar articular y unificar las distintas herramientas como el manual de restauración ecológica y las guías técnicas que complementan el PDRE.

Se tiene en cuenta que con el fin de proteger y recuperar la Estructura Ecológica Principal, en la ciudad se han desarrollado acciones de restauración, recuperación ecológica y conservación, que si bien han generado importantes resultados todavía son insuficientes frente a las necesidades de la mayor zona urbana del Distrito, lo cual tiene trascendencia a nivel regional y nacional. Por su parte, el Plan de desarrollo Bogotá Mejor Para Todos 2016-2020 propone fortalecer la articulación interinstitucional e intersectorial para garantizar la efectiva protección y recuperación de los espacios de alto valor ambiental, los cuales garantizan condiciones de adaptación al cambio climático, lo que a su

vez beneficia directamente a la población, siendo necesario emprender procesos articulados de gestión de estos espacios para su restauración ecológica, conservación de las especies nativas y desarrollo de alternativas agroecológicas. (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2016)

Por su parte, el Distrito Capital no cuenta con una plataforma única de interoperabilidad para sus sistemas de información que permita compartir datos entre entidades y estandarice sus flujos, generando capacidad para transformar los datos desde la fuente primaria hasta los usuarios y partes interesadas, y una mejor gestión de los procesos inherentes para garantizar la calidad, la trazabilidad y el uso (SDP, *Op.cit*). En la mayoría de entidades existen restricciones y resistencia para compartir la información lo cual hace que ésta se subutilice por parte de las demás entidades. Esto se atribuye a la falta de medios tecnológicos para centralizar los datos, más que a la ausencia de una política para compartir información.

#### **4.5. Propuestas de mejora.**

Es fundamental buscar soluciones integrales que consideren las interacciones de los sistemas naturales entre sí y con los sistemas sociales (S.S. Francisco, *Op.cit.*), por lo cual, se debe tener en cuenta que la restauración de ecosistemas no es aplicable mediante el uso de una única estrategia, ya que el ecosistema, el uso de determinadas técnicas de restauración, las especies que se usaron y la estrategia de inclusión social en ocasiones puede servir sólo a una región. Es por esto que la divulgación de los objetivos, los métodos y los resultados de los proyectos son de suma importancia. Esta información, que debe ser dinamizada en las autoridades ambientales, la academia y las ONG locales, es determinante en la construcción de múltiples miradas de la restauración ecológica en un país megadiverso como el nuestro. (Plan Nacional de Restauración, *Op.cit*)

Por una parte, es importante reconocer que hace 15 años se presentaban unas condiciones ambientales diferentes a las que se ven hoy en día en la Sabana de Bogotá, por lo cual se deben actualizar los promedios de temperatura teniendo en cuenta factores como el cambio climático, que ha presentado cambios donde se ha evidenciado el aumento de temperatura media durante el día y alterando los patrones de lluvias, igualmente se han presentado heladas con mayor intensidad, lo cual ha aumentando el riesgo de pérdida de cobertura vegetal. Además de esto, es necesario incluir estudios de las condiciones físicas de los ecosistemas dentro de la ciudad y no solo los que se encuentran en zonas periurbanas y rurales, ya que, a pesar de poder utilizar información del PDRE en la restauración de ecosistemas como rondas de ríos y quebradas, o humedales dentro de la ciudad, existe un sesgo de información debido a que no se tiene en cuenta la influencia de las dinámicas urbanas en los ecosistemas.

Los cuadros de restauración, al igual que los tratamientos propuestos, deben ser revisados teniendo en cuenta los diagnósticos de características generales del ecosistema y los avances en el desarrollo de técnicas de restauración ecológica. Aunque varios de estos tratamientos siguen vigentes y son de gran utilidad en la parte práctica del proyecto, es necesario evaluar y determinar la efectividad de las técnicas propuestas para alcanzar los objetivos de restauración ecológica en el Distrito, así como las especies según los tipos de tratamiento (Anexo 4). Las nuevas tecnologías, que han sido producto de investigaciones en el campo de la ecología de restauración, pueden complementar o modificar estos tratamientos, al igual que los cuadros de restauración. Además de esto, ya que no se ha determinado la efectividad de los tratamientos propuestos debido a que no existe un mecanismo de control y monitoreo cuantificable, es necesario incluir un último capítulo en el que se indique el proceso de monitoreo y control que se complemente con la *estrategia de monitoreo de restauración* que plantea el Plan Nacional de Restauración.

Luego de actualizar el contenido del PDRE y para cumplir con los objetivos del Plan Distrital y el Plan Nacional de restauración, se propone la publicación de una nueva edición del PDRE que contenga referencias a los manuales y guías publicados que permiten aplicar estrategias de restauración ecológica con mayor detalle según los cuadros de restauración. Es importante el establecimiento de esta herramienta mediante legislación, y avanzar en la adaptación de este protocolo para su uso en otros tipos de ecosistemas a nivel regional y nacional.

Las evaluaciones de este protocolo se han hecho en su mayoría por medio de trabajos de grado de los semilleros universitarios, mientras las entidades como tal no han publicado un documento similar que pueda reemplazar a la propuesta que se hace en el PDRE. En la mayoría de documentos posteriores al PDRE, se resalta la importancia de promover la investigación para formular y establecer protocolos que indiquen los lineamientos básicos de restauración ecológica y la importancia de su articulación y que estén diseñados con el fin de restablecer la estructura, composición y función de ecosistemas alterados. La generación de estos documentos propuestos debe contemplar la implementación de esquemas para intercambiar experiencia y conocimiento entre organizaciones. (Pérez-Soltero, *et al.* 2009).

Mientras, la evolución histórica de la normatividad ambiental de Bogotá, muestra un importante avance en el reconocimiento de los valores ambientales inmersos en los paisajes y los ecosistemas presentes en el Distrito, lo importante ahora es alcanzar una mayor difusión, aplicar y hacer cumplir las normas existentes (Barrera-Cataño, *et al. Op.cit*). Los datos obtenidos de las diferentes redes con las que cuenta la SDA deben ser ampliados, procesados, analizados y modelados para brindar a todos los ciudadanos y a las autoridades herramientas para su adecuada administración y que soporte las decisiones en cuanto a su aprovechamiento y protección. Este conocimiento integral sobre los

recursos naturales del Distrito, permitirá garantizar las condiciones de protección, uso y disfrute por parte de todos los ciudadanos. (SDP, *Op.cit*)

De esta manera se propone el fortalecimiento de los observatorios ambientales, así como la Red colombiana de restauración ecológica – REDCRE, como herramientas para compartir la información y de apoyo interinstitucional por medio de clusters de información. Donde las personas desempeñan un papel clave para la creación de conocimiento organizativo y la innovación, debido a que si éstas no están dispuestas a externalizar sus conocimientos e internalizar los de otros individuos y entidades, el proceso de creación de conocimiento no será efectivo. (Camelo, *et al.* 2009)

## **5. Limitaciones.**

En primer lugar, es importante conocer que los procesos de restauración de la cubierta vegetal difícilmente recuperan la comunidad original de referencia, lo que es una manifestación de la irreversibilidad de la pérdida de biodiversidad debida a los cambios antrópicos. La restauración no asegura la reproducción exacta del proceso histórico sucesional que generó las comunidades vegetales actuales (OAB, 2016).

Teniendo en cuenta estas limitaciones técnicas, es relevante definir objetivos comunes de restauración ecológica en el Distrito por medio de las instituciones y entidades responsables de estos procesos. En este caso, uno de los grandes problemas ha sido la desconexión entre los objetivos de ciudad que se persiguen a través de sus planes con los resultados que se obtiene al finalizar cada período de gobierno. Una de las causas identificadas ha sido la poca coordinación de las políticas sectoriales y poblacionales lo que hace que en muchas ocasiones éstas sean inconsistentes. Adicionalmente, la ausencia de sistemas de información que contengan todo el ciclo de políticas públicas



genera dispersión en la intervención y el uso poco eficiente del recurso público.  
(SDP, *Op.cit*)

Debido a la desconfianza que existe para compartir la información y publicar resultados, la disponibilidad de información sobre los avances realizados por las diferentes entidades en la restauración ecológica es muy baja, lo cual tiende a representar un gasto extra en nuevos estudios según el proyecto a realizar. Pocos archivos se encuentran digitalizados lo cual dificulta su consulta, y aunque los funcionarios están disponibles para atender las inquietudes del ciudadano común, en algunos casos no tienen permitido compartir la información o no tienen conocimiento sobre lo que se está consultando por lo cual responden de manera generalizada sin presentar datos concretos que puedan ser evaluados estadísticamente.

## **6. Conclusiones y recomendaciones**

Aunque la última edición del Protocolo Distrital de Restauración Ecológica fue publicada en el 2002, se ha encontrado que el contenido de este documento sigue estando vigente, ya que las estrategias y lineamientos allí propuestos son aplicables a las condiciones actuales de los ecosistemas en la Sabana de Bogotá. Algunos conceptos deben revisarse, ya que, en la actualidad, se ha profundizado más sobre lo que significa la restauración de ecosistemas, sólo algunos datos deben ser verificados tendiendo en cuenta las condiciones físico ambientales en la sabana de Bogotá, las cuales han presentado cambios en la última década debido a factores como el cambio climático y la expansión urbana, factores que pueden haber alterado las dinámicas ecosistémicas, así como los regímenes de lluvia y la temperatura media anual, lo cual puede o no afectar el desarrollo de algunas de las especies dinamogenéticas que propone usar el PDRE en los tratamientos de restauración.

A pesar de su valioso contenido, se ha encontrado que en la mayoría de las entidades, el PDRE se utiliza como documento de consulta bibliográfica debido a la calidad de información que presenta, pero no se utiliza como documento guía para aplicar los tratamientos propuestos según los cuadros de restauración, ya que cada entidad realiza estudios propios y define el protocolo a seguir según cada proyecto o caso que se estudie, por lo cual los objetivos de restauración dependen de las estrategias de cada entidad. Las publicaciones hechas por otras entidades se enfocan en algunos cuadros de restauración o en determinado tipo de ecosistema, y en la mayoría de los casos la información se torna repetitiva, por lo cual se deben plantear estrategias para la integración de estas herramientas de gestión, de manera que sean fáciles de consultar y utilizar, para que permitan avanzar en la restauración ecológica siguiendo un mismo objetivo, y que las estrategias llevadas a cabo por cada entidad, instituto, grupo o fundación no queden como esfuerzos aislados.

Por otro lado, el PDRE no ha sido aplicado con la fuerza deseada, debido no sólo a la baja coordinación interinstitucional sino también, entre otras razones, por la falta de disponibilidad del material a ser utilizado como herramientas vegetales en los tratamientos de restauración (Galvis & Morales, 2003). Allí se vuelve necesario garantizar la disponibilidad del material vegetal y el apoyo a iniciativas en busca de un mismo objetivo que es la recuperación de la estructura ecológica principal de Bogotá, siendo importante la complementación de herramientas como el PDRE con protocolos de manejo y propagación de especies a nivel Distrital y Nacional según las estrategias propuestas por el Plan Nacional de Restauración.

Es de vital importancia el uso de las herramientas técnicas, administrativas y de planeación como el PDRE, para lograr la protección, el funcionamiento de los ecosistemas y el mejoramiento de la calidad de vida de la población, ya que la gestión ambiental urbana no solo se debe enfocar en la gestión de los recursos renovables sino también en los elementos o factores que interactúan e inciden

sobre el ambiente de las áreas urbanas. Por esta razón, se debe desarrollar un conjunto de acciones encaminadas a la conservación, protección y mejora del medio ambiente, a través de la coordinación interinstitucional, los procesos de divulgación y el fortalecimiento de las autoridades ambientales, y teniendo en cuenta la estructura ecológica principal urbana, la gestión del riesgo y las estrategias de ocupación del territorio hacia la sostenibilidad ambiental. (Adaptado de MAVDT, 2008)

Se debe buscar dar cumplimiento a los objetivos planteados por las estrategias propuestas en el Plan Distrital de restauración 2010-2038 y Plan Nacional de restauración 2015 apoyándose en los estudios académicos y semilleros de investigación para garantizar la actualización constante de herramientas como el PDRE y generar contenidos complementarios. Igualmente, deben fortalecerse herramientas como los observatorios ambientales para compartir información sobre los procesos de restauración ecológica, incluyendo los procedimientos, la disponibilidad de material vegetal, las áreas susceptibles a restauración y los mecanismos de control.

## 7. Referencias

1. Aguilar-Garavito, M. & Ramírez, W. (eds.) 2015. Monitoreo a procesos de restauración ecológica, aplicado a ecosistemas terrestres. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogota D.C., Colombia. 250 pp.
2. Armas, G; Artiles, S. M. 2009. Propuesta de una herramienta diagnóstico para evaluar la comprensión de la Gestión de la Información y el Conocimiento en la empresa en perfeccionamiento Diseño Ciudad Habana. Instituto de Información Científica y Tecnológica. Revista Ciencias de la Información. Vol. 40. núm. 3. septiembre-diciembre 2009. pp. 13-22. La Habana, Cuba.
3. Aronson, D. Renison, J.O. Rangel-Ch., S. Levy-Tacher, C. Ovalle, A. Del Pozo. 2007. Restauración del capital natural: sin reservas no hay bienes ni servicios. Ecosistemas Revista científica de ecología y medio ambiente. Vol. 16. Nº 3: 15-24.
4. Bárcenas, J. 2016. Apuntes de clase, Taller de investigación II. Especialización en Gestión Ambiental urbana. Universidad Piloto de Colombia. Marzo 4 de 2016. Bogotá D.C.
5. Barrera-Cataño, J. Contreras-Rodríguez, S. Garzón-Yepes, N. Moreno-Cárdenas, A. & Montoya-Villarreal, S. 2010. Manual para la Restauración Ecológica de los Ecosistemas Disturbados del Distrito Capital. Secretaría Distrital de Ambiente (SDA), Pontificia Universidad Javeriana (PUJ). Bogotá D.C., Colombia. 400 pp.
6. Bradshaw, A.D. 1987. The reclamation of derelict land and the ecology of ecosystems. In: Jordan WR, Gilpin ME and JD Aber (eds). Restoration ecology. Cambridge University Press. 53-74 pp.
7. Brown, S. & A.E. Lugo. 1994. Rehabilitation of tropical lands: A key to Sustaining development. Restoration Ecology 2(2):97-111.
8. Calle, Z. Carvajal, M. & Giraldo, A.M. 2015. Monitoreo participativo e indicadores socioeconómicos de la restauración ecológica. Instituto de

Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá D.C., Colombia.

9. Camelo, C. García, J. & Sousa, E. 2009 Facilitadores de los procesos de compartir conocimiento y su influencia sobre la innovación. Cuadernos de Economía y Dirección de la Empresa. Núm. 42, marzo 2010, Págs. 113-150
10. Comín, F. 2002. Restauración ecológica: teoría versus práctica. Ecosistemas, Revista científica de ecología y medio ambiente. Año XI, Nº 1.
11. Gálvis, E. & Morales, C. 2003. Planteamiento de líneas de producción vegetal de especies nativas con propósitos de restauración ecológica de los ecosistemas naturales del D.C. Facultad de Medio Ambiente y recursos naturales. Universidad Francisco José de Caldas. Bogotá D.C., Colombia.
12. Isaacs-Cubides, P. & Ariza, A. 2015. Monitoreo la restauración ecológica desde la escala del paisaje. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá D.C., Colombia
13. Jardín Botánico de Bogotá. 2000. Memorias del foro arborización urbana Bogotá D.C., Colombia. 52p.
14. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT). 2008. Política de Gestión ambiental Urbana. Bogotá, D.C. Colombia. 52 pp.
15. Ministerio de Ambiente y Desarrollo sostenible (MADS). 2015. Plan Nacional de Restauración, Rehabilitación y Recuperación de Áreas Disturbadas. Colombia. 92 pp.
16. Montoya–Villarreal, S. & O. Manrique. 2005. Gestión Ambiental en Restauración Ecológica para Bogotá D.C, Colombia. Cuba.
17. Murcia, C. Guariguata, M.R. & Montes, E. 2015. Estado del monitoreo de la restauración ecológica en Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá D.C., Colombia.
18. Murcia, C. & Guariguata, M.R. 2014. La restauración ecológica en Colombia: Tendencias, necesidades y oportunidades. Documentos Ocasionales 107. Bogor, Indonesia: CIFOR.

19. Observatorio Ambiental de Bogotá – OAB. 2016. Indicadores, Áreas en proceso de restauración ecológica. Consultado en septiembre de 2016 <http://oab.ambientebogota.gov.co/>
20. Ospina, O. 2007. Políticas de restauración y rehabilitación de ecosistemas forestales a nivel nacional. I Simposio Nacional de experiencias de restauración ecológica, “entre la sucesión y los disturbios”. Julio 31 a agosto 3 de 2007. Bogotá D.C., Colombia.
21. Pardo-Fajardo, M.P. 1999. Biodiversidad, análisis normativo y de competencias para Colombia. Instituto Alexander von Humboldt. Legis Editores S.A. Bogotá, Colombia. 713 pp.
22. Pérez-Soltero, A. Castillo-Navarro, A. Barcelo-Valenzuela, M. León-Duarte, J. 2009. Importancia de los clusters del conocimiento como estructura que favorece la gestión del conocimiento entre organizaciones. *Intangible Capital*, 2009. Vol. 5 N° 1. Pág. 33-64.
23. S.S. Francisco. 2015. Carta encíclica Laudato Si’ “Alabado Seas”. Librería Editrice Vaticana. Documentos de la Iglesia N° 188. Ciudad del Vaticano. 208 pp.
24. Salamanca, B. & Camargo, G. 2002. Protocolo Distrital de Restauración Ecológica – PDRE. Departamento Administrativo de Medio Ambiente (DAMA) - Fundación Bachaqueros. Alcaldía Mayor de Bogotá. Bogotá D.C., Colombia. 228 pp.
25. Salgado-Negret, B. (ed). 2015. La ecología funcional como aproximación al estudio, manejo y conservación de la biodiversidad: protocolos y aplicaciones. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., Colombia. 236 pp.
26. Secretaría Distrital de Ambiente (SDA). 2004. Guía Técnica para la restauración de áreas de ronda y nacederos del Distrito Capital. Bogotá., Colombia.
27. Secretaría Distrital de Ambiente (SDA). 2010. Arbolado urbano de Bogotá, Identificación, descripción y bases para su manejo. Alcaldía Mayor de

Bogotá, D.C., Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis. Bogotá D.C., Colombia. 83 pp.

- 28.** Secretaría Distrital de planeación (SDP). 2016. Justificación de retos de ciudad. Convocatoria para proyectos de ciencia tecnología e innovación del Distrito Capital 2016. Alcaldía Mayor de Bogotá. Bogotá D.C., Colombia.
- 29.** Society for Ecological Restoration (SER) International, Grupo de trabajo sobre ciencia y políticas. 2004. Principios de SER Internacional sobre la restauración ecológica. [www.ser.org](http://www.ser.org) y Tucson: Society for Ecological Restoration International. 16 pp.
- 30.** Tovar, G. 2006. Manejo del arbolado urbano en Bogotá. Revista Colombia Forestal, Vol. 9, N° 19, Pág. 187-205.
- 31.** Van Andel J & J. Aronson (Eds.). 2006. Restoration Ecology: The New Frontier. Blackwell publishing, Oxford - UK. 319 pp.

## 1. Anexos

### Anexo 1a: Evaluación del Protocolo de Restauración Ecológica.

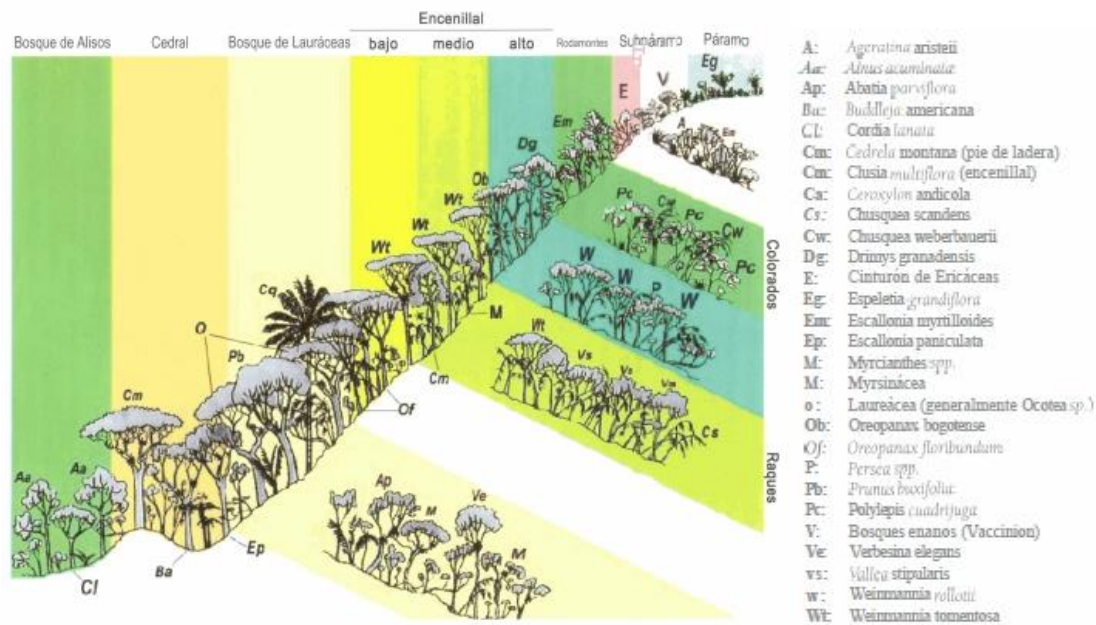
Protocolo Distrital de Restauración Ecológica (PDRE)		
Nombre completo:	Fecha:	Nivel académico:
Correo electrónico:	Profesión:	
Entidad:	Cargo:	
Responda las siguientes preguntas marcando con una (X) o llenando el cuadro según corresponda:		
¿Conoce o ha oído nombrar el PDRE?		Si: ¿Por qué lo conoce?
Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>		
¿Ha participado en algún proyecto de restauración ecológica?		Si: ¿Cuáles proyectos?
Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>		
¿Conoce proyectos de restauración ecológica por parte de la entidad?		Mencione los que conozca
Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>		
Conoce si en alguno de estos proyectos se ha utilizado el Protocolo Distrital de Restauración Ecológica		Indique qué documento utiliza la entidad para la restauración ecológica
Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>		
¿Existe en la entidad un grupo especializado en Restauración ecológica?		¿En qué año fue creado este grupo?
Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>		
¿Conoce otros documentos para la gestión de la Restauración Ecológica, aparte del Protocolo Distrital de Restauración Ecológica?		Si: ¿Cuáles documentos conoce?
Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>		
¿Cree Ud. que los diferentes proyectos de restauración llevados a cabo por diferentes entidades en el Distrito conducen a un mismo objetivo?		¿Cómo cree que se puede mejorar la gestión de los procesos de restauración?
Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>		
¿Que importancia tiene la elaboración de herramientas como el PDRE para el Distrito?		¿Conoce en qué año se publicó la última edición del PDRE?
		Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> ¿En qué año?
¿Cree que es necesaria una constante actualización de herramientas como el Protocolo?		¿Quién debe ser el encargado de esta actualización?
Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>		
Observaciones:		



Anexo 1b. Evaluación del Protocolo de Restauración Ecológica.

Protocolo Distrital de Restauración Ecológica (PDRE)	
Entidad:	Fecha:
	dd/mm/aaa
Principal función de la entidad	
¿Existe en la entidad un grupo especializado en Restauración ecológica?	
Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
Número de personas que conforman el grupo.	
Número de personas según nivel académico en el grupo	
Bachiller	
Pregrado	
Especialización	
Maestría	
Doctorado	
Número de proyectos de Restauración Ecológica realizados por la entidad	
Documento principal que utiliza la entidad para la restauración ecológica	
Número de proyectos de Restauración Ecológica utilizando el Protocolo Distrital de Restauración Ecológica	
Numero de proyectos y convenios interinstitucionales para realizar Restauración Ecológica en el Distrito	
Disponibilidad de material vegetal	
Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
¿Dónde se encuentra este material?	
Disponibilidad de información	
Física <input type="checkbox"/>	Digital <input type="checkbox"/> Verbal <input type="checkbox"/>
Observaciones:	

Anexo 2. Distribución de la vegetación altoandina sobre la ecoclina principal bogotana. Fuente: Fundación estación biológica Bachaqueros. (PDRE, 2002)



Anexo 3. Matriz tratamiento específico x cuadros de restauración.

Tratamiento específico	Cuadros de Restauración																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1. Plantaciones protectoras en bloque																		
2. Inducción a matorrales y rastrojos																		
3. Restauración de bordes de ecotono																		
4. Restauración de matorrales y rastrojos																		
5. Restauración de matorrales y rastrojos																		
6. Restauración nacimientos de agua																		
7. Restauración de microcuencas																		
8. Cordones riparios																		
9. Barreras cortaviento																		
10. Barreras contra heladas																		
11. Barreras antigraudio																		
12. Cercas vivas																		
13. Modelos agroforestales																		
14. Control exóticas invasoras																		
15. Control de sucesiones pirogénicas																		
16. Restauración de plantaciones forestales																		
17. Jardinería amable																		
18. Setos y agregados formadores de suelo																		
19. Cubiertas de Pteridium																		
20. Control de focos de erosión severa																		
21. Protección de taludes en vías																		
22. Cordones ruderales																		
23. Cordones y estribones omórficos																		
24. Enriquecimiento hábitats fauna																		
25. Educación ambiental – ecoturismo																		

■ Tratamiento complementario  
■ Tratamiento principal

#### Anexo 4. Matriz especies dinamogenéticas x tratamiento específico.

[illegible]

## Anexo 5. Zonificación y acciones para espacios de recreación y educación ambiental.

CARACTERÍSTICAS DEL LUGAR	TRATAMIENTO	TIPO DE USO
Áreas con pastizal	Recuperación hábitats fauna	<b>Rp – Ra – AA</b> • Miradores y comederos de fauna • Kioscos
Áreas con bosque alto Nativo	Llenado ecotonos	<b>Rc – Rp – Sm</b> • Puentes colgantes • Miradores de fauna
Plantaciones densas de exóticas	Recuperación de ecosistema	<b>Ra</b>
Puntos probables para ingreso y salida del lugar	Jardinería amable	<b>Si</b> • Señalización
Áreas-probables para senderos	Barreras antiganado	<b>Sm</b> • Adecuación
Claros o perturbaciones dentro del bosque	Restauración de claros de bosque Barreras antiganado	<b>Si - Mv</b> • Señalización
Ecotono bosque pastizal	Llenado de ecotonos	<b>Si</b>
Áreas con buena visibilidad panorámica	Jardinería amable	<b>Pp</b> • Mirador
Afloramientos rocosos	Barreras con Ericáceas para orientar los desplazamientos	<b>Ra</b> • Implementación cuerdas y estacas para escalar
Cuevas	Acceso con Jardinería amable	<b>Ra</b> • Señalización
Peñas de más de 60 grados con escasa vegetación pero estables	Control de erosión y barreras cortaviento	<b>Ra</b> • Implementación columpios y poleas
Margen de Quebradas	Barreras vegetacionales a lado y lado del sendero	<b>Si – Ra – Mv</b> • Puentes colgantes • Poleas
Nacimientos	Recuperación	<b>I</b>
Arboles relictuales de especies en extinción	Rescate de especies en peligro	<b>Rc – Eg – Mv</b> • Señalización
<b>Ra ... Recreación activa</b> <b>I ... Zona intangible</b> <b>SI ... Sendero interpretativo</b> <b>Rp ... Áreas de apreciación y aprendizaje</b> <b>AA ... Áreas para toma de alimentos</b> <b>Rc ... Recreación contemplativa</b> <b>MV ... Museo vivo</b> <b>Eg ... Estación de guía</b> <b>Sm ... Sendero de movilización</b>		

## Anexo 6. Listado de publicaciones.

*Secretaría  
Distrital de  
Ambiente  
(SDA):*

*Jardín  
Botánico de  
Bogotá (JBB):*

Manual para la Restauración Ecológica de los Ecosistemas Disturbados del Distrito Capital (en convenio con ERE).

Plan Distrital de Restauración Ecológica 2010 – 2038 (en convenio con ERE).

Protocolo de recuperación y rehabilitación ecológica de humedales en centros urbanos.

Guía Técnica Para La Restauración Ecológica En Áreas Con Plantaciones Forestales Exóticas En El Distrito Capital.

Guía Técnica Para La Restauración De Áreas De Ronda Y Nacederos Del Distrito Capital.

Manual de silvicultura urbana para Bogotá

Técnicas de aprovechamiento de especies vegetales presentes en las áreas rurales del Distrito Capital.

Estrategia regional para el manejo del riesgo por invasión de retamo.

Propagación de especies nativas de la región Andina.

<p><i>Instituto Alexander von Humboldt (IAvH):</i></p> <p><i>Escuela de restauración ecológica (ERE):</i></p> <p><i>Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible (MADS):</i></p>	<p>Planes locales de arborización urbana.</p> <p>Monitoreo a procesos de restauración ecológica, aplicado a ecosistemas terrestres.</p> <p>Herramienta para la gestión de áreas afectadas por invasiones biológicas en Colombia.</p> <p>Monitoreo participativo e indicadores socioeconómicos de la restauración ecológica.</p> <p>Restauración ecológica de los páramos de Colombia: Transformación y herramientas para su conservación</p> <p>Monitoreo de poblaciones de plantas para conservación. (En convenio con MADS)</p> <p>Restauración ecológica. Una experiencia de capacitación en el páramo de Chiles.</p> <p>La ecología funcional como aproximación al estudio, manejo y conservación de la biodiversidad: protocolos y aplicaciones.</p> <p>Restauración ecológica de los páramos de Colombia. Transformación y herramientas para su conservación. (En convenio con MADS)</p> <p>Herramientas para abordar la restauración ecológica de áreas disturbadas en Colombia.</p> <p>Experiencias de restauración Ecológica en Colombia: "Entre la Sucesión y los Disturbios".</p> <p>Experiencias piloto de restauración ecológica de canteras mediante el uso de biosólidos como enmienda orgánica en Bogotá.</p> <p>Restauración Ecológica de Áreas Afectadas por Minería a Cielo Abierto en Colombia.</p> <p>Plan nacional de restauración ecológica, rehabilitación y recuperación de áreas disturbadas.</p> <p>Guías técnicas para la restauración ecológica de los ecosistemas de Colombia (en convenio GREUNAL y ACCEFYN).</p> <p>Política nacional para la gestión integral de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos.</p> <p>Restauración ecológica de áreas afectadas por especies vegetales invasoras.</p> <p>Plan estratégico para la restauración y el establecimiento de bosques en Colombia - Plan Verde.</p> <p>Guía Metodológica para la Restauración de Ecosistemas a partir del Manejo de la vegetación y el Protocolo de Restauración de Coberturas Vegetales afectadas por incendios forestales.</p> <p>Plan Nacional de Prevención Control de Incendios Forestales y Restauración de Áreas Afectadas Restauración de ecosistemas a</p>
--	---

*Corporación  
autónoma  
regional de  
Cundinamarca  
(CAR):*

*Empresa de  
acueducto y  
alcantarillado  
de Bogotá  
(EAAB):*

partir del manejo de la vegetación.

Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos (PNGIBSE) (Convenio con IAvH)

Programa para el manejo sostenible y restauración de ecosistemas de la alta montaña colombiana.

Términos de Referencia para Restaurar Áreas Protegidas.

Guía técnica para la adecuación hidráulica y restauración ambiental de corrientes hídricas superficiales.

Plan De Manejo Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental De Bogotá.

Documento técnico de soporte, redelimitación y zonificación de la reserva forestal protectora “Bosque Oriental de Bogotá”.

Plan de gestión ambiental regional PGAR 2001-2010.

Plan de gestión ambiental regional PGAR 2012-2023.

Acuerdo 009 de 2010. Por medio del cual se establecen los requisitos y el procedimiento para desarrollar planes de restauración ecológica en áreas protegidas localizadas en jurisdicción de la CAR.

Cerros orientales de Bogotá: Patrimonio natural, histórico, cultural y emblemático.

Conozcamos la biodiversidad de nuestro humedal córdoba.

Nuestra agua: ¿de dónde viene y para dónde va?

Guía Metodológica Para La Restauración Del Bosque Altoandino (en convenio con SDA)